NATURWISSENSCHAFTLICHE WOCHENSCHRIFT

BEGRÜNDET VON **H. POTONIÉ**

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. **H. MIEHE**

IN BERLIN

NEUE FOLGE. 21. BAND

(DER GANZEN REIHE 37. BAND)

JANUAR — DEZEMBER 1922

MIT 119 ABBILDUNGEN IM TEXT

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1922

Alle Rechte vorbehalten.

Register.

I. Originalartikel.

Angersbach, A., Joseph Petzoldt. 640.
Armbruster, L., Über das Farbensehen bei Wespen. 419.
Bayer, J., Die Ausbreitung des Menschengeschlechts. 693.
Becker, H. K., Reste eines alten Höhlenflusses. 105.
Becker, H. K., Beiträge zur Höhlenkunde. 205.
Bertsch, K., Zuwachs und Alter der oberschwäbischen Hochmoore. 708.
Brückner, G., Alfonso Corti. 322.
Buttel-Reepen, Das Vogelleben auf dem Korralleneiland Laysan im Stillen Ozean. 301.
Car, L., Velella spirans. 585.
Collier, W. A., Idiosynkrasie und Anaphylaxie. 17.
Dahl, Fr., Kritische Betrachtungen über die Grundlagen der Relativitätstheorie Einsteins. 41.
Dahms, P., Danzig als Heimat des Bernsteins. 89.
Eckardt, W. R., Alfred Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen und die Tiergeographie. 326.
Eckardt, W. R., Die Beziehungen der afrikanischen Tierwelt zur südasiatischen. 689.
Feuerborn, H. J., Das Problem der geschlechtlichen Zuchtwahl im Lichte neuer Beobachtungen. 1.
Fischer, E., Stoff und Eigenschaft. 129.
Fischer, H., Bemerkungen über Standorte und Verbreitung der deutschen Farnkräuter. 337.
Fricke, H., Das Wesen der Schwerkraft. 513.
Fricke, H., Zur Klärung des Ätherproblems. 169.
Frölich, W., Segelflug und fliegende Fische. 64.
Gams, H., Kulturpflanzen und Unkräuter der Wikinger. 81.
Goebel, K., Helmut Bruchmann. 108.
Goetsch, W., Beiträge zur Relativität der Individuen. I, II, III, IV. 201, 481, 529, 553.
Günther, H., Über Generationsrhythmen beim Menschen. 407.
Heikertinger, Fr., Die Stinkdrüsen der Wanzen in ihrer Bedeutung als Schutzmittel. 558.
Henkel, L., Über den Einfluß der Erdumdrehung auf den Bau von Flußbetten. 485.
Hennig, Edw., Geologie und Wünschelrute. 49.
Kende, O., Das Donautal in Österreich. 185.
Kende, O., Der österreichische Anteil am Böhmischen Massiv. 353.
Kobbe, S. v., Die Ablenkung des Fixsternlichtes im Schwerefeld der Sonne. 317.
Kobbe, S. v., Über Lichtablenkung nahe der Sonne und Perihelbewegung. 652.
Koppányi, Th., Theoretische Erwägungen über die Entstehung der Altserscheinungen und des Todes. 569.
Kranichfeld, H., Das Verhältnis der Relativitätstheorie Einsteins zur Kantschen Erkenntnistheorie. 593.
Krenkel, Vom diluvialen Menschen und seiner Jagd. 241.
Krenkel, E., Zum fünfzigjährigen Bestehen der Sächsischen Geologischen Landesuntersuchung. 321.
Krieg, H., Probleme der Artveränderung. 217.
Kuhn, K., Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen. 449.
Latzin, H., Zur Grundlegung der Ganzheitsforschung der Biologie. 50.
Lechler, H., Der Köderwurm. 263.
Lindinger, L., Ein Vorschlag zur genauen Festlegung des Fundorts. 132.
Meyer, A., Die logische Stellung der Biologie im System der Wissenschaften. 57.
Meyer, Fr. J., Die Vitülhypothese Arthur Meyers. 633.
Miehe, H., Der Rhythmus im Leben der Pflanze. 385.
Mohorovičić, St., Eine elementare Theorie der Gravitation. 145.
Nachtsheim, H., Gregor Mendel und sein Werk. 425.
Nickel, E., Neue Grundlagen für den einheitlichen Aufbau des Grundstoffsystems in mathematischer Ableitung. 433.
Nieschulz, O., Über das Vorkommen von Trypanosomen bei unseren heimischen Wirbeltieren und etwas über ihre Kultur auf künstlichen Nährböden. 164.
Nölke, Fr., Zur Kontraktionstheorie. 73.
Olbricht, K., Die Eiszeit in Deutschland und der vorgeschichtliche Mensch. 369.
Radovanovitch, A., Mathematik und Wirklichkeit. 625.
Reck, H., Der neue zentralafrikanische fossile Menschenfund. 125.
Reiche, K., Zur Kenntnis des Dickenwachstums der Opuntien. 33.
Rudder, B. de, Axiom und Erfahrung. 194.
Rust, H, Mathematisches Neuland: Arnold Kowalewskis Buntordnungslehre. 324.
Schalow, E., Pflanzenverbreitung und vorgeschichtliche Besiedlung. 173.
Schalow, E., Vom Einfluß des Krieges auf die Pflanzenverteilung. 499.
Scheminský, F., Das Problem der Wünschelrute. 161.
Scheminsky, F., Moderne Probleme der Elektrobiologie. 541.
Schmid, E., Biozönologie und Soziologie. 518.
Schweizer, Chr., Der Darmkanal des Maikäfers. 78.
Schwickerath, M., Exaktwissenschaftliches, philosophisches und künstlerisches Welterkennen und Weltbegreifen. 409.
Sieberg, A., Bemerkungen zum Erdbeben auf Jan Mayen am 8. April 1922 usw. 443.
Stadler, H., Wandernde Fledermäuse. 649.
Sticker, G., Nährpflanzen und Heilpflanzen in der Geschichte. 609.
Stieler, C., Rekonstruktionsversuch eines liassischen Flugsauriers. 273.
Stolte, H. A., Mechanistische und vitalistische Strömungen in der Geschichte der biologischen Theorien. 281.
Taube, E., Tierische Chimären. 457.
Vogtherr, K., Über Fragen der Aberration und Lichtausbreitung. 20.
Vogtherr, K., Ein neues Uhrenparadoxon. 497.
Voigt, J., Euklidische Geometrie, Physik und Vierdimensionalität der Materie. 401.
Vollrath, P., Das Meer zur Wellengebirgszeit zwischen Schwarzwald und Thüringerwald. 257.
Waaser, Fr., Grundsätzliches zu Goethes Metamorphosenlehre. 473.

38847

Wächter, W., August Schulz †. 297.
Weber, Fr., Die Viskosität des Protoplasmas. 113.
Wiegers, Fr., Entstehung der diluvialen Kalktuffe des Ilmtales bei Weimar. 574.
Wiegers, Fr., Zur Wünschelrutenfrage. 705.
Wilser, I. L., Sollen wir die Goldwäscherei am Oberrhein wieder aufnehmen? 393.
Wolff, M., Über die neuen Zeißschen Mikroskop-Objektive und Okulare. 346.
Yakowleff, N. N., Die Wandlungen der Anheftung bei verschiedenen Gruppen der Meerestiere. 603.
Yakowlev, N. N., Der Klimawechsel als Hauptfaktor der Veränderung der Organismenwelt. 681.
Zache, Ed., Die Lager aus tierischen und pflanzlichen Resten im Diluvium des Elbstromgebietes. 665.
Zeuner, G., Das Biddersche Organ. 233.
Ziegler, H. E., Über die Homomerie. 537.

II. Einzelberichte.

A. Allgemeines, Biologie, Zoologie, Anatomie, Vererbungslehre.

Bluhm, A., Wirkung des Alkohols auf das Verhältnis von Weibchen und Männchen. 267.
Bormann, F. s. Lipschütz.
Bridges, C. B., Chromosomen der Obstfliege. 548.
Cohen-Kysper, Kontinuität des Keimplasmas oder Wiederherstellung der Keimzelle? 658.
Davenport und Hurst, Teilweis geschlechtsgebundene Vererbung der Augenfarbe beim Menschen. 525.
Dingler, H., Ökonomieprinzip. 654.
Farbensinn der Biene. 349.
Gerould, Veränderung der Hämolymphe durch Mutation. 210.
Goette, K., Hodenatrophie. 697.
Gregory, A., Verjüngungsversuch. 697.
Heymons, R., Rapsrüßler. 467.
Jacobshagen, Homologie der Wirbeltiere. 52.
Lichtenstein, Nahrungsgewinnung einer Schlupfwespe. 110.
Lindner, Fr., Brutvorkommen der Bartmeise. 68.
Lipschütz, A., Bormann, F. und Wagner, K., Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen. 350.
Oye, P. van, Biologie der Pfeilwürmer. 69.
Robertson, W. R. B., Maultier und Pferd als Zwillinge. 292.
Schneider, K. M., Lichterscheinungen an fliegenden Vögeln. 85.
Schröder, R., Ovarialcyclus und Uterus. 269.
Sitowski, Kiefernspanner und seine Schmarotzer. 362.
Thaden, Cl. v., Künstliche Beleuchtung zur Förderung der Kükenaufzucht. 27.
Wagner, K., s. Lipschütz.

B. Botanik, Bakteriologie, Landwirtschaft.

Bornmüller, s. Schuster.
Brockmann-Jerosch, Die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. 564.
Correns, C., Versuche, bei Pflanzen das Geschlecht zu verschieben. 12.
Guttenberg, H. v., Phototropismus. 659.
Haberlandt, G., Embryobildung nach Verletzung der Fruchtknoten. 86.
Haberlandt, G., Parthenogenesis und Nekrohormone. 289.
Hallier, Bedeutung der Linaceen für die Systematik. 227.
Heinricher, E., Neue Misteluntersuchungen. 591.
Hertwig, G. und P., Vererbung des Hermaphroditismus bei Melandrium. 672.
Klebahn, H., Blühendes Wasser. 671.
Kniep, Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung bei Basidiomyzeten. 523.
Kochs, J., Giftwirkung des Meerrettichs. 525.
Lindau, G., Pflanzenreste aus Pfahlbauten. 363.
Lippmann, E. O. v., s. Sabalitschka.
Melin, E., *Boletus*-Arten als Mykorrhizenpilze der Waldbäume. 488.
Melin, E., Mykorrhizapilze der Nadelhölzer. 698.
Mühldorf, A., Xeromorpher Spaltöffnungsapparat bei Dikotyledonen. 564.
Noak, K., Physiologische Untersuchungen an Flavonolen und Anthozyanen. 546.
Popoff, M., Stimulierung der Zellfunktionen. 645.
Regel, s. Vavilow.
Rikli, M., Die den 80.° n. Br. erreichenden oder überschreitenden Gefäßpflanzen. 661.
Ruoff, S., Verbreitung der Vegetation im Europäischen Rußland. 577.
Sabalitschka und v. Lippmann, Rohrzucker im Schilfrohr. 197.
Schalow, E., Einwanderungsgeschichte von *Matricaria discoidea*. 179.
Schuster, P. und Bornmüller, J., Genossenschaft mazedonischer Pflanzen bei Aken an der Elbe. 268.
Vavilow, N. und Regel, R., Ursprung der Getreidearten. 328.
Wettstein, F. v., Entomophile Moose. 327.
Wettstein, R., Die Verwertung der Mendelschen Spaltungsgesetze auf die Deutung von Artbastarden. 487.

C. Physiologie, Medizin, Psychologie, Hygiene.

Abderhalden, Innervation und Inkretbildung. 111.
Romeis, B., Thymusdrüse und Wachstum. 26.
Borchers, E., Epithelkörperverpflanzung bei postoperativer Tetanie. 157.
Bresina, Treffsicherheit. 153.
d'Hérelle, F., Parasiten in Bakterien? 225.
Ostwald, s. C. Paul.
Paul C. und Ostwald, W., Farbenpsychologische Studien an Kindern. 508.
Pfeiffer, E., Homosexualität und innere Sekretion. 468.
Sudeck, P., Basedowsche Krankheit und innere Sekretion. 25.
Tiedje, H., Gegen die „Pubertätsdrüse". 629.
Weil, A., Psycho-inkretorischer Parallelismus. 227.

D. Geologie, Paläontologie, Hydrographie, Geographie.

Behr, J., Mächtigkeit des nordischen Inlandeises in Schlesien. 157.
Bindemann, H., Verdunstungsmessungen an Binnenseen. 488.
Cloos, H., Tektonik und Vulkanismus. 290.
Friedländer, I., Tätigkeit des Popocatepetl. 181.
Friedländer, I., Pico de Orizaba. 466.
Geologenkongreß in Brüsseler. 178.
Koßinna, E., Tiefen des Weltmeeres. 177.
Kranz, W., Torfmoore und deren Ausnützung. 700.
Kranz, W., Nördlinger Ries. 710.
Kranz, W., Wünschelrutenfrage. 712.
Memelland. 381.
Nölke, Ursache der Eiszeit. 68.
Nordhagen, R., Kulktuffstudien aus dem zentralen Norwegen. 133.
Padtberg, A., Die Wahrheit über Behringers Lithographia Wirceburgensis. 628.
Sieberg, A., Verbreitung der Erdbeben. 547.
Soergel, W., Elephas Columbi. 100.
Soergel, W., Diluviale Aufschotterung. 99.
Wüst, Verdunstung und Niederschlag auf dem Meere. 646.

E. Völkerkunde, Anthropologie, Vorgeschichte.

Kade, K., Vorgeschichtliche Getreidefunde. 675.
Koch, W., Kastration bei den Skopzen. 465.
Martin, R., Körperkultur. 699.
Rivers, Aussterben der Naturvölker. 630.
Wiegers, Neue Funde aus der älteren Steinzeit. 207.
Virchow, H., Menschliche Skelettreste aus dem Weimarer Kalktuff. 398.

F. Physik, Meteorologie, Astronomie.

Ahlborn, Fr., Der Segelflug. 644.
Alliata, Zur Relativitätstheorie. 13.
Krauß, Zur Relativitätstheorie. 13.
Boccardi, s. Schnauder.
Brockmüller, J., Messung der Schallgeschwindigkeit. 100.
Courvoisier, s. Schnauder.
Einthoven, W., Der dünnste Faden sichtbar gemacht. 330.
Eötvös, R., Der Eötvöseffekt. 525.
Fischer, M. H., Theorie der Liesegangschen Ringe. 196.
Freundlich, Der sogenannte Einsteinturm der Potsdamer Sternwarte. 25.

Gluud, W., Neue Normaltemperatur $+20^0$ C. 581.
Großmann, Bewegung des Merkurperihels. 28.
John, St., Rotverschiebung. 717.
Hartmann, Lichterscheinungen. 718.
Lenard, Zur Relativitätstheorie. 13.
Riem, Neuere astronomische Arbeiten. 503.
Rutherford, Künstliche Zerlegung von Elementen. 562.
Sanford, Beziehungen der Spiralnebel zu der Milchstraße. 332.
Schnauder, Courvisier, Boccardi, Sprunghafte Vergrößerung der geographischen Breite. 156.
Sola, Zur Relativitätstheorie. 13.
Strehl, Zur Relativitätstheorie. 226.
Volkmann, W., Prüftafel für Fernrohre. 332.
Wilsing, Neue Forschungen über die Fixsterne. 180.

G. Chemie, Mineralogie, Kristallographie.

Alles, s. Wieland.
Aston, F. W., Neue Atomgewichtsforschungen. 673.
Ballauf, s. Schlubach.
Chandra Ghosh, Theorie der Elektrolytlösungen. 224.
Friedrich, s. Schwarz.
Freudenberg, K. und Volbrecht, E., Gerbstoff der Eichen. 716.
Glasstone, S., Physikalische Chemie der Bleioxyde. 506.
Gutbier, A., Analyse kolloider Systeme. 267.
Heller, H., Neue Beiträge zur Theorie und Praxis katalytischer Hydrierungen. II. 588.
Hofmann, A. und Will, E., Produkte der unvollständigen Verbrennung. 717.
Hopff, s. Meyer, K. H.
Hullet, G. A. und Nelson, O., Chemische Natur der Graphitsäure. 27.
Jatrides, s. Winterstein.
Keller, R., Azidität und Basizität. 287.
Krause, E., Di- und Triphenylblei. 363.
Kuhn, K., Einheit und Isotopie der Elemente (Sammelbericht). 46.
Lippmann, E. O. v., Rohrzucker in Fingerhutblüten. 717.
Lüppo-Cramer, Desensibilisierung des Bromsilbers. 361.
Manchot, W., Lösliche Modifikation des Siliciums. 266.
Meyer, K. H. und Hopff, H., Cyanwasserstoff. 69.
Meyer, K. H. und Hopff, H., Substitutionsvorgänge. 360.
Nelson, O., s. Hullet, G. A.
Ott, E. und Zimmermann, K., Pfeffergeschmack und chemische Konstitution. 507.
Plotnikow, J., Photochemisches Äquivalentgesetz von Einstein. 422.
Rast, K., Mikromethode der Bestimmung des Molekulargewichtes. 422.
Riesenfeld, E. und Schwab, G., Reindarstellung des Ozons. 698.
Schlenk, W., Freies Pentaphenyläthyl. 714.
Schlubach, H. H. und Ballauf, F., Freie Ammoniumradikale II. 54.
Schwab, s. Riesenfeld.
Schwarz, R. und Friedrich, W., Röntgenstrahlen als Katalysatorengift. 381.
Seidell, A., Silbervitaminverbindung. 715.
Teleczky, s. Winterstein.
Volbrecht, s. Freudenberg.
Weitz, E., Freie Ammoniumradikale I. 14.
Wendt, G., Dreiatomiger Wasserstoff. 423.
Wieland, H. und Alles, R., Giftstoff der Kröte. 490.
Will, s. Hofmann.
Winterstein, E. und Jatrides, D., Taxin. 359.
Winterstein, E. und Teleczky, J., Glukosid des Safrans. 716.
Zimmermann, K. s. Ott, E.

III. Bücherbesprechungen.

Abraham, M., Theorie der Elektrizität. 48.
Abel, O., Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 228.
Arrhenius, Sv., Lebenslauf der Planeten. 128.
Auerbach, F., Moderne Magnetik. 16.
Auerbach, F., Raum, Zeit, Materie und Energie. 352.
Bauer, E., Grundprinzipien der rein naturwissenschaftlichen Biologie. 320.
Bauer, H., Chemie-Büchlein. 452.
Bavink, B., Atomistik. 333.
Bavink, B., Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. 446.
Behrmann, W., Im Stromgebiet des Sepik. 567.
Berg, A., Ätherströmungs- und Ätherstrahlungshypothese. 620.
Böhm, Jos., Seelisches Erfühlen. 231.
Böhmig, L., Die Zelle. 183.
Bölsche, W., Vom Bazillus zum Affenmenschen. 126.
Bölsche, W., Weltblick. 480.
Braun, M. und Seifert, O., Die tierischen Parasiten des Menschen. 231.
Brehm, A., Kleine Schriften. 367.
Brehm, A. E., Leben der Vögel. 454.
Bretscher, K., Vogelzug in Mitteleuropa. 271.
Brion, G., Luftsalpeter. 448.
Bruns, F., Zeichenkunst im Dienst der beschreibenden Naturwissenschaften. 509.
Buchner, P., Tier und Pflanze in intrazellulärer Symbiose. 143.
Burckhardt-Erhard, Geschichte der Zoologie. 648.
Bürger, O., Venezuela. 184.
Chowrin, A. N., Experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiete des räumlichen Hellsehens. 238.
Citron, J., Immunodiagnostik und Immunotherapie. 104.
Cloos, H. und Meister, E., Bau und Bodenschätze Osteuropas. 159.
Collier, W. A., Variationsstatistik. 320.
Corning, H. K., Entwicklungsgeschichte des Menschen. 319.
Coulter, J. H., Evolution of sex in plants. 566.
Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen. 55.
Dahl, Fr., Vergleichende Psychologie. 591.
Dahl, Fr., Ökologische Tiergeographie. 366.
Dannemann, Fr., Plinius. 112.
Dannemann, Fr., Aus der Werkstatt großer Forscher. 493.
Deegener, H., Chemisch-technische Rechnungen. 454.
Diels, L., Methoden der Phytographie und der Systematik der Pflanzen. 534.
Diener, K., Paläontologie und Abstammungslehre. 143.
Driesch, H., Philosophie des Organischen. 88.
Driesch, H., Das Ganze und die Summe. 269.
Dungern, E. v., Prinzipien der Bewegung. 452.
Dürken, B. und Salfeld, H., Phylogenese. 311.
Einführungsliteratur in den wissenschaftlichen Okkultismus. 211.
Farbe. 528.
Fehringer, O., Singvögel Mitteleuropas. 471.
Fischer, E., Aus meinem Leben. 470.
Fischer Fr. und Schrader, H., Entstehung und chemische Struktur der Kohle. 621.
Francé, R. H., Süd-Bayern. 29.
Freudenberg, W., Geologie von Mexiko. 663.
Frobenius, L. und Rittervon Wilm, Atlas africanus. 662.
Fuchs, Fr., Funkentelegraphie. 592.
Gehrcke, E., Physik und Erkenntnistheorie. 28.
Geiger, M., Philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie. 309.
Geitler, J., Elektromagnetische Schwingungen und Wellen. 71.
Geley, G., Materialisations-Experimente. 215.
Glafey, H., Rohstoffe der Textilindustrie. 480.
Goldschmidt, R., Ascaris. 333.
Gramberg, E., Pilze der Heimat. 334.
Großmann, H. und Wreschner, M., Anomale Rotationsdispersion. 48.
Gruner, P., Elemente der Relativitätstheorie. 232.
Haeckel, E., Italienfahrt. 703.
Haecker, V., Vererbungslehre. 30.
Haecker, V., Umkehrbare Prozesse in der organischen Welt. 678.
Hagen, W., Deutsche Vogelwelt. 447.
Hagen, W., Unsere Vögel. 703.
Hahn, Fr. V., Kolloidale Lösungen anorganischer Stoffe. 451.
Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. 480.
Handbuch der Entomologie. 15.
Hansen, A., Pflanzendecke der Erde. 159.
Hauser, G., Damaster-Coptolabrus-Gruppe der Gattung Carabus. 632.
Helmholtz, H. v., Schriften zur Erkenntnistheorie. 70.
Hertwig, O., Werden der Organismen. 550.
Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. 565.
Hofmann, A., Rätsel der Handstrahlen. 238.
Hörnes, M., Gräberfeld von Hallstatt. 197.

Horvath, Cl. v., Raum und Zeit. 470.
Jäger, G., Theoretische Physik IV. 320.
Jungklaus, Fr., Münsterländer Vorstehhund. 101.
Kähler, K., Luftelektrizität. 87.
Kaiser, A., Die Sinaiwüste. 647.
Karsten, G., Methoden der Pflanzengeographie. 552.
Kaufmann, H. P., Chemie für Mediziner und Biologen. 367.
Kayser, E., Lehrbuch der Geologie. 158.
Kayser, E., Abriß der Geologie. 718.
Kayser, H., Lehrbuch der Physik. 352.
Kerners Pflanzenleben. 231.
Kirchner, O. v., Obstbaumfeinde. 111.
Klautke, P., Nutzpflanzen und Nutztiere Chinas. 491.
Klaus, A., Atome, Elektronen, Quanten. 333.
Kleinschmidt, O., Singvögel der Heimat. 663.
Klut, H., Untersuchung des Wassers. 647.
Koch, A. und Lowartz, C., Zoologische Bestimmungsübungen. 703.
Kolbe, L., Flüssige Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. 624.
Kolkwitz, R., Pflanzenphysiologie. 623.
Kolkwitz, R., Pflanzenforschung. 623.
Kossel, W., Valenzkräfte und Röntgenspektren. 112.
Krause, R., Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. 399.
Kretschmer, E., Medizinische Psychologie. 365.
Kühn, A., Morphologie der Tiere. 127.
Kukuk, P., Unsere Kohlen. 214.
Langenbeck, B., Physische Erdkunde. 664.
Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie. 184.
Laue, M. v., Relativitätstheorie. 166.
Lehmann, E., Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. 167.
Lehmann, H., Obstmade. 583.
Lehmann, H., Baumweißlingskalamität. 607.
Lehner, A., Tafeln zum Bestimmen der Mineralien. 31.
Lenard, P., Über Äther und Uräther. 230.
Liesegang, R. Ed., Kolloidchemie des Lebens. 408.
Lietzmann, H., Anleitung zur Himmelsbeobachtung. 294.
Linné, Föreläsningar öfer Dyrriket. 351.
Lippmann, E. O. v., Zeittafeln zur Geschichte der organischen Chemie. 295.
Lipps, G. F., Grundriß der Psychophysik. 70.
Lorentz, H. A., Einstein, A., Minkowski, H., Das Relativitätsprinzip. 510.
Ludewig, P., Radioaktivität. 31.
Lundborg, H., Rassenbiologische Übersichten. 271.
Lüscher, H., Photogrammetrie. 16.
Maag, E. und Reihling, K., Vom Relativen zum Absoluten. 620.
Mahr, A., Prähistorische Sammlungen des Museums zu Hallstatt. 197.
Mannheim, E., Pharmazeutische Chemie. 368.
Marzell, H., Einheimische Pflanzenwelt im Volksgebrauch und Volksglauben. 584.
Mayer, A., Agrikulturchemie. 127.
Meirowsky, E. und Leven, L., Tierzeichnung, Menschenscheckung. 293.
Meisenheimer, J., Geschlecht und Geschlechter. 103.
Metallurgie, Beiträge zur. 87.
Meth, P., Planetenbewegung. 334.
Mie, G., Einsteinsche Gravitationstheorie. 239.
Miehe, H., Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen. 719.
Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. 198.
Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 664.
Mönnig, O. H., Leucochloridium macrostomum. 702.
Montgelas, E. v., Tiergeschichten. 471.
Muckermann, H., Um das Leben der Ungeborenen. 294.
Müller, F. W., Bau und Entwicklung des menschlichen Körpers. 719.
Müller, L. R., Altersschätzung beim Menschen. 384.
Müller, M., Anfangsgründe der Chemie. 112.
Neeff, F., Prolegomena zu einer Kosmologie. 453.
Nernst, W., Theoretische Chemie. 103.
Neuburger, M. C., Radioaktivität des Kaliums und Rubidiums. 48.
Neumayr, M., Erdgeschichte. 199.
Newcomb, S., Astronomie für jedermann. 294.
Newcomb-Engelmanns populäre Astronomie. 592.
Newman, H. H., Biology of twins. 565.
Nippoldt, A., Erdmagnetismus. 158.
Paehler, Fr., Die Auskunft. 352.
Paret, O., Urgeschichte Württembergs. 229.
Pauli, W. jun., Relativitätstheorie. 239.
Petersen, H., Histologie. 383 (Druckfehlerberichtigung 528).
Petzold, J., Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus. 454.
Pfaff, A., Für und gegen das Einsteinsche Prinzip. 549.
Pfeffer, W., Osmotische Untersuchungen. 702.
Pfeiffer, P., Organische Molekülverbindungen. 471.
Pflanzenreich. 198.
Pietzsch, K., Geologische Literatur über Sachsen 1870—1920. 566.
Planck, M., Vorlesungen über Thermodynamik. 31.
Planck, M., Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie. 72.
Planck, M., Physikalische Rundblicke. 320.
Plate, S., Fauna et anatomia ceylanica. 364.
Podestà, H., Physiologische Farbenlehre. 448.
Prietze, H. A., Natur und Volkstum. 679.
Pummerer, R., Organische Chemie. 183.
Rauther, M., Das Tierreich. 71.
Reinhardt, K., Poseidonios. 252.
Reling, H. und Brohmer, B., Unsere Pflanzen und Sage, Geschichte und Dichtung. 648.
Richter, H., Begriffe Kraft, Stoff, Raum, Zeit. 549.
Romeis, B., Taschenbuch der mikroskopischen Technik. 384.
Roth, W. A., Physikalisch-chemische Übungen. 103.
Rübel, Ed., Geobotanische Untersuchungsmethoden. 552.
Rusch, F., Himmelsbeobachtungen. 168.
Rüther, R., Systematik und Synthese der Elemente. 620.
Schaffer, J., Lehrbuch der Histologie. 551.
Schall, H., Fortpflanzung. 703.
Schau, A., Statik. 87.
Scheiner-Graff, Astrophysik. 294.
Scherzer, H., Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. 159, 632.
Schilder, P., Wesen der Hypnose. 368.
Schips, M., Mathematik und Biologie. 511.
Schmidt, C. W., Herstellung mikroskopischer Präparate. 718.
Schmidt, H., Philosophisches Wörterbuch. 310.
Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde. 128.
Schröter, C., Aufgaben der wissenschaftlichen Erforschung in Nationalparken. 567.
Schwassmann, A., Relativitätstheorie und Astronomie. 160.
Schweinfurth, G., Auf unbetretenen Wegen in Ägypten. 182.
Schworetzky, G., Weltäther und Weltall. 620.
Seeling, O., Hypnose, Suggestion und Erziehung. 232.
Sirks, M. J., Algemeene Erfelijkheidsleer. 526.
Soergel, W., Jagd der Vorzeit. 280.
Stark, J., Natur der chemischen Valenzkräfte. 383.
Stern, E., Krankhafte Erscheinungen des Seelenlebens. 366.
Stiny, J., Technische Geologie. 512.
Stoklasa, J., Verbreitung des Aluminiums in der Natur usw. 492.
Straßburger, E., Kleines botanisches Praktikum. 199.
Straßburger, E., Botanisches Praktikum. 144.
Strasser, H., Einsteinsche Relativitätstheorie. 549.
Strömgren, E., Astronomische Miniaturen. 568.
Study, E., Denken und Darstellung. 71.
Theimer, V., Praktische Astronomie. 31.
Thirring, H., Idee der Relativitätstheorie. 238.
Till, A., Petrographisches Praktikum. 664.
Timerding, H. E., Fallgesetze. 334.
Tischner, R., Monismus und Okkultismus. 215.
Titschak, E., Kleidermotte. 582.
Troll, W., Goethes Naturanschauung in seinen Gedichten. 313.
Trömmer, E., Hypnotismus und Suggestion. 408.
Tschirch, A., Erlebtes und Erstrebtes. 607.
Uexküll, J. v., Umwelt und Innenwelt der Tiere. 55.
Vageler, P., Bodenkunde. 567.
Vanino, L., Handbuch der präparativen Chemie. 319.
Verworn, M., Aphorismen. 399.
Volk, K. G., Geologisches Wanderbuch. 30.
Wahnschaffe, F., Geologie des norddeutschen Flachlandes. 102.

Walte, W., Relativitätstheorie. 159.
Walte, W., Einstein, Michelson, Newton. 213.
Warburg, O., Die Pflanzenwelt. 168.
Weckmann, Ornithologisch-photographische Naturstudien. 677.
Wehrhahn, W., Laub- und Lebermoose Hannovers. 455.
Weil, A., Innere Sekretion. 471.
Weiser, M., Das Atom. 365.
Wellmann, Fr., Vogelleben in Niedersachsen. 455.
Wenz, W., Geologischer Exkursionsführer durch das Mainzer Becken. 30.
Werner, Fr., Das Tierreich. 718.
Wiegers, Fr., Geologisches Wanderbuch. 455.
Wien, W., Relativitätstheorie vom Standpunkte der Physik und Erkenntnislehre. 168.
Wien, W., Aus der Welt der Wissenschaft. 312.
Wiesners Rohstoffe des Pflanzenreichs. 215.
Willner, R. und Kyrle, G., Berichte der staatlichen Höhlenkommission. 678.
Wissler, Cl., The American Indian. 632.
Wittig, H., Geltung der Relativitätstheorie. 549.
Wolff, H., Harze. 144.
Wolterstorff, W., Molche Deutschlands. 448.
Zander, E., Handbuch der Bienenkunde. 295.
Zander, E., Obstbau und Bienenzucht. 295.
Ziegler, H. E., Tierpsychologie. 408.
Zoologischer Anzeiger, Register. 368.

IV. Anregungen und Antworten.

Ameisenhöcker auf den Grettstadter Wiesen. 32.
Anthropo-ökologische Forschung, Arbeitsgemeinschaft. 624
Aufruf. 704.
Bewegungen von Insekten zur Nahrungssuche. 688.
Botanisch-anatomische Terminologie. 536.
Farnkräuter, Verbreitung. 679.
Flugsaurier. 456.
Geologenkongreß in Brüssel. 688.
Getreidearten, Ursprung. 494.
Graubündner, Trunksucht. 72.
Gravitationstheorie. 456.
Gyromitra esculenta, weiße. 400.
Handstrahlen. 334.
Helgoland, Biologische Anstalt. 335.
Höhlentiere, Bedeutung für Mutationstheorie und Lamarckismus. 199, 239, 335, 535, 719.
Homöopathie. 160, 400.
Kontraktionstheorie. 216, 336.
Krebs, Lauterzeugung. 72.
Lichtwellen. 400.
Michelsonversuch. 680.
Mikroskop, Leitzsches 200 000 stes. 335.
Mond, Strahlensysteme auf demselben. 704.
Monistenbund. 296.
Museen, Lage der deutschen naturwissenschaftlichen. 688.
Richtigstellung (Olbricht). 592.
Wegeners Hypothese, durch die südamerikanischen Equiden nicht gestützt. 608.
Wespen und Bienen, Ähnlichkeit. 32.
Wisente in Pleß. 272.

V. Abbildungen.

Allium Cepa, Allinante und Leukoplasten. 635.
Arenicola piscatorum. 264, 265.
Campanula trachelium, Zellkerne mit Eiweißkristallen. 635.
Cereus marginatus, Holzkörper. 40.
Chlorella. 554.
Chlorohydra viridissima. 557.
Drosophila, Chromosomen. 548.
Flugsaurier. 275, 276, 277.
Galtonia candicans, Zellkerne aus der Wurzel.
Goldlaufkäfer, Darmkanal. 78.
Hochmoore, Skizze der oberschwäbischen. 709.
Hydra, Regeneration. 481—484.
Kröte, Hand. 235.
Kröte, Schnitt durch den Finger. 236.
Maikäfer, Darmkanal. 78, 80.
Mendel, Bildnis. 425.
Mesembryanthemum linguiforme, Allinante. 635.
Opuntia, Querschnittsbilder, sowie Stamm- und Wurzelskelette. 35—37, 39.
Patella spec., Eikern. 637.
Phyllocactus phyllanthoides, Epidermiszellen mit Eiweißkristallen. 635.
Planarien, Regenerationen. 529—533.
Polytrichum commune, Protonemazelle. 635.
Psychodiden, Schmuck-, Duft- und Berührungsorgane. 7.
Rattenkreuzungen. 539.
Ricinus communis, Aleuronkörner. 636.
Schlupfwespe. 110.
Seesterne. 213.
Serumalbumin, Kristalle. 635.
Stentor, Regeneration. 639.
Triton, taeniatus, Chimären. 461—464.
Tropaeolum majus, Kern und Chloroplasten. 638.
Trypanosomen, Kulturbilder. 166.
Wünschelrute aus Metall. 161.
Wünschelrutengänge, drei Kartenskizzen, 706, 707.
Wünschelrutenreaktion, Schema. 163.
Zytoplasma, schematische amikroskopische Struktur. 639.

VI. Literaturlisten.

50, 72, 88, 104, 112, 128, 144, 232, 240, 256, 272, 296, 408, 424, 448, 456, 472, 480, 512, 528, 552, 568, 584, 608, 624, 648, 688.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band | Sonntag, den 1. Januar 1922. | Nummer 1.

Das Problem der geschlechtlichen Zuchtwahl im Lichte neuer Beobachtungen.

Von Dr. H. J. Feuerborn (Kiel, Zool. Institut).

Mit 1 Abbildung im Text.

[Nachdruck verboten.]

Bei getrenntgeschlechtlichen Tieren lassen sich die Geschlechter in vielen Fällen nicht nur durch die Geschlechtsorgane und ihre Anhänge, die sog. „primären Geschlechtsmerkmale", unterscheiden, sondern auch durch weitere Merkmale, welche nur dem einen Geschlecht zukommen und sehr oft keine unmittelbare Beziehung zu den Genitalorganen zeigen. Derartige Merkmale werden als sekundäre Geschlechtsmerkmale bezeichnet. Allerdings ist es nicht immer leicht, hier eine scharfe Grenze zu ziehen. Vielfach sind Organe, welche ursprünglich nichts mit der Fortpflanzung zu tun hatten, mehr oder weniger völlig in den Dienst der geschlechtlichen Funktion getreten, wie z. B. die Pterygopodien an den Bauchflossen der männlichen Haifische, die zu Hilfsorganen umgewandelten vorderen Abdominalbeine der männlichen Krebse, wie auch Teile des Kopulationsapparates der Insekten, die auf abdominale Gliedmaßen zurückgeführt werden. Derartige Bildungen rechnet man mit Plate,[1]) auf dessen Zusammenstellung und Einteilung die nachfolgende Übersicht im wesentlichen fußt, am besten zu den primären Geschlechtsmerkmalen. Sehr viele differente Merkmale der Geschlechter stehen jedoch in keinem unmittelbar notwendigen oder kaum nachweisbarem Zusammenhange mit der Fortpflanzung. Nur diejenigen seien hier ins Auge gefaßt, bei denen eine Beziehung zum Fortpflanzungsakt mehr oder weniger deutlich erkennbar ist.

In der Regel, wenn auch nicht ausschließlich, ist es das männliche Geschlecht, das solche sekundären Merkmale aufweist. Aus der großen Fülle der Organe und Einrichtungen, die hier in Betracht kommen, lassen sich verschiedene Gruppen hervorheben.

1. Meist ist das männliche Geschlecht hinsichtlich der Fortpflanzung der aktive Teil, das Weibchen verhält sich mehr oder weniger passiv, es muß zum Zwecke der Fortpflanzung aufgesucht werden. Dementsprechend ist vielfach das Männchen mit besonderen Eigenschaften ausgestattet, die das Aufsuchen erleichtern, mit schärferen Sinnesorganen und größerer Beweglichkeit versehen. So sind bei vielen Insekten im männlichen Geschlecht die Geruchsorgane höher ausgebildet als im weiblichen Geschlecht, wie sich dies z. B. bei dem Maikäfer und anderen Coleopteren durch die stärkere Ausbildung der Fühler kennzeichnet. Oder es sind die Augen, z. B. bei den Bienen und manchen Fliegen, im männlichen Geschlecht größer als im weiblichen. Ein Unterschied in der Beweglichkeit der beiden Geschlechter liegt bei den Frostspannern vor, deren Weibchen verkümmerte oder gar keine Flügel besitzen, während die Männchen geflügelt sind. Bei manchen Parasiten ist nur das Männchen beweglich. Bei dem Molch *Triton palmatus* treten zur Brunstzeit breitgelappte Schwimmhäute an den Hinterbeinen auf, bei unserem großen Kammmolch dient der breite Rückenkamm, außer vielleicht als Mittel zur Erregung des Weibchens, vornehmlich zur Erhöhung der Beweglichkeit.

2. Sehr oft ist das Männchen in besonderer Weise für den Kampf um das Weibchen ausgerüstet, mit „Kampforganen" versehen, die ihm einen Vorteil gegenüber Geschlechtsgenossen gewähren. Man denke an das Geweih der Hirsche, die Hauer des Ebers, den Sporn des Haushahnes oder die vergrößerten Oberkiefer des männlichen Hirschkäfers. Es ist anzunehmen, daß derartige Gebilde sehr oft zugleich eine besondere Wirkung auf das Weibchen ausüben. In manchen Fällen sind sogar Organe, welche ursprünglich als Waffen dienten, ihrem primären Zweck mehr und mehr entfremdet und zu Erregungsorganen geworden, wie z. B. die Hauer des Hirschebers.

3. Nicht selten sind besondere Vorrichtungen vorhanden, die zum Fangen, Überwältigen und Festhalten des Weibchens dienen. Vor allem bei den niederen Formen der Wirbellosen sind solche „Greif- und Klammerorgane" verbreitet, zumal bei den Krebsen und Insekten. Es sei an die umgebildeten Ruderantennen des männlichen *Cyclops* und die Saugscheiben an den Vorderbeinen des *Dytiscus* Männchens erinnert. Von den Wirbeltieren können die Daumenschwielen der männlichen Frösche als Beispiel dienen.

4. In großer Mannigfaltigkeit treten schließlich Organe auf, deren Zweck darin besteht, die Gunst des Weibchens zu erwerben, es zu erregen und für die Begattung bereit zu machen. Derartige Organe und Vorrichtungen bezeichnen wir als „Erregungs- oder Reizorgane". Sie nehmen ohne Zweifel die hervorragendste Stelle unter den sekundären Geschlechtsmerkmalen ein.

[1]) Plate, Ludwig, Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. Ein Handbuch des Darwinismus. Leipzig und Berlin 1913, S. 275 ff.

Schon die Tatsache, daß manche dieser Merkmale erst zur Zeit der Geschlechtsreife oder zur Brunstzeit auftreten, und bei den höheren Wirbeltieren Merkmale, die der Erregung des Weibchens dienen, fast den einzigen sekundären Unterschied zwischen den Geschlechtern ausmachen, darf als Beweis dafür gelten, daß die Reizorgane für die Fortpflanzung und Erhaltung der Art eine bedeutsame Rolle spielen. Allerdings muß gesagt werden, daß wir über diese Rolle im einzelnen vielfach noch sehr wenig Klarheit besitzen. Es hat sogar — um das gleich zu betonen — nicht an Stimmen gefehlt, die den sog. Reizorganen jede Bedeutung für die Erregung des Weibchens absprechen.

Wir können die Reizorgane nach den Sinnesorganen gliedern, auf die sie einwirken.

a) Am auffallendsten und weitesten verbreitet sind jene Merkmale, die das Auge des Weibchens erregen. Die prunkvolle Färbung, die auffallend geformten und vielfach beweglichen Anhänge vieler Männchen legen es von vornherein nahe, diese Einrichtungen als „Schmuckorgane" anzusprechen. Sehr oft zeigt das Männchen außerdem besondere Instinkte, auffallende Bewegungen und Gestaltsveränderungen, mit denen es vor der Begattung das ♀ reizt.

Aus der großen Fülle der Schmuckorgane, die vor allem die höheren Wirbeltiere, in erster Linie die Vögel aufweisen, die wir aber auch bei den Insekten verbreitet finden, seien nur einige wenige hervorgehoben. Gerade manche dieser schmückenden Merkmale treten nur zur Brunstzeit auf, als „Hochzeitskleid". Die bunten Farben vieler männlichen Vögel im Gegensatz zu den unscheinbaren Färbungen der Weibchen sind allgemein bekannt. Es braucht nur auf die Hühnervögel, Paradiesvögel und Kolibris hingewiesen zu werden. Von den Amphibien zeichnen sich unsere Molche durch zum Teil recht lebhafte Schmuckfärbung aus. Von den Fischen sei der dreistachelige Stichling genannt, dessen Männchen zur Laichzeit eine rote Bauchfärbung annimmt. Unter den Säugetieren sind manche Affen durch Schmuckfärbung ausgezeichnet.

Auffallende Formen sind sehr oft mit Schmuckfärbung vereinigt, man denke an die bisweilen geradezu absonderlichen Federbildungen bei Paradiesvögeln und Kolibris. Hörner und andere Fortsätze finden sich bei vielen Käfern.

Bewegliche, oft intensiv gefärbte Anhänge scheinen von besonderer Wirkung zu sein. Manche Vögel, besonders Hühnervögel, tragen am Kopfe oder Halse allerlei gefärbte lappige Anhänge, andere sind mit aufrichtbaren Schöpfen oder Halskragen ausgestattet. Vielfach sind die Schwanzfedern oder Schwanzdeckfedern besonders beweglich, z. B. beim Pfau, beim Birkhahn und bei der Trappe.

Auffallende Bewegungen und Gestaltsveränderungen haben wir in den Balzspielen und Balzflügen der Vögel vor uns. Als bekannte Beispiele seien die Balzbewegungen des Birkhahns und das eigenartige Gebahren des Kampfläufers, *Machetes pugnax*, erwähnt. Wie schon der Name des letzteren andeutet, haben diese Balzspiele häufig den Charakter des Kampfes mit anderen Männchen. Doch kann angenommen werden, daß hierbei zugleich eine Reizwirkung auf das Weibchen stattfindet. Auch der Haushahn vollführt einige charakteristische Bewegungen, wenn er um die Henne wirbt. Die männliche Trappe bläst beim Balzen den Mundhöhlensack auf und treibt den Hals halbkugelartig vor. Interessant sind die absonderlichen Bewegungen und Stellungen mancher Spinnen bei Annäherung an das Weibchen, besonders der Attiden. Bei diesen führen die Männchen die merkwürdigsten Prozeduren aus, „sie schaukeln sich von einer Seite zur anderen, heben das erste Beinpaar in die Höhe oder breiten es weit aus, strecken das Abdomen rechtwinkelig zum Cephalothorax nach oben oder suchen durch andere absonderliche Stellungen die Aufmerksamkeit des Weibchens zu fesseln, was ihnen auch ersichtlich gelingt. Sie bekommen ferner zur Brunstzeit lebhafte Farben (rot, schwarz, weiß, regenbogenfarbig), bei den verschiedenen Arten in den verschiedensten Mustern und verlängerte Haarbüschel am Kopf und an den Beinen. — Dabei ist es unverkennbar, daß die Männchen sich stets so vor den Weibchen bewegen und solche Stellungen einnehmen, daß ihre Schmuckfarben möglichst sichtbar sind" (Plate).

Ein besonderes Interesse dürfen noch die „Laubenvögel" des australischen Urwaldes beanspruchen, deren Männchen keinen nennenswerten eigenen Schmuck aufweisen und ihn dadurch ersetzen, daß sie auf ihren Balzplätzen kunstvolle Lauben bauen und deren Umgebung durch allerlei hellgefärbte Laubblätter, Früchte, Schneckenschalen und bunte Federn verzieren.

b) Neben dem Auge spielt der Geruchssinn im Geschlechtsleben der Tiere eine überaus wichtige Rolle. Zahlreiche Tiere finden sich zum Zwecke der Fortpflanzung in erster Linie mit Hilfe des Geruchssinnes zusammen. Es ist daher nicht verwunderlich, daß auch die Wirkung auf den Geruchssinn zur Steigerung der geschlechtlichen Erregung herangezogen wird. Viele männliche Tiere besitzen besondere Duftdrüsen, die lediglich zur Brunstzeit in Funktion treten. Von den Säugetieren mögen als Beispiele Ziegenbock, Gemse, Moschustier und Fuchs genannt werden. Vielfach ist der „Duft" dieser Tiere außerordentlich penetrant und für unseren Geruchssinn alles andere eher als angenehm. Doch gibt es auch für unsere Begriffe angenehme Düfte, vor allem bei den Schmetterlingen. Der männliche Rübenweißling (*Pieris napi* L.) duftet nach Melissengeist, *Didonis biblis* Fabr. nach Heliotrop, *Callidryas arganta* Fabr. nach Moschus, *Dircenna xantho* nach Vanille, „andere Lepidopteren strömen Düfte aus, welche denen verschiedener Blüten oder Früchte nahe kommen"

(Deegener). Fritz Müller war es, der zuerst auf die Organe, welche diese Düfte hervorbringen, hingewiesen hat. Seitdem sind die Duftorgane der Schmetterlinge von zahlreichen Forschern untersucht worden. Bald sind es zerstreute Schuppen, sog. Duftschuppen, auf den Flügeln, bald zu Duftflecken vereinigte Gruppen von Schuppen. In anderen Fällen sind die Duftschuppen in besonderen Falten untergebracht, durch die ein unnötiges Verdunsten des Sekretes verhindert wird. Bei dem Männchen von *Hepialus hecta* L. sind die Hinterbeine zu einem Duftapparat umgebildet, indem die Tibien stark verdickt und mit langen Dufthaaren versehen, die Tarsen verkümmert sind. Bei Nichtgebrauch können die Tibien in je einer taschenartigen Falte des Abdomens untergebracht werden.

Sehr verbreitet sind nun gerade bei den Schmetterlingen auch Duftorgane des ♀ Geschlechts. Sie sind erst neuerdings durch Freiling genauer bekannt geworden und befinden sich meist am Hinterende des Abdomens als Duftbüschel, Duftfalten oder auch ausstülpbare Anhänge. Der Duft der ♀♀ ist als Lockmittel anzusehen.

Von welch weitreichender Wirkung dieser Lockduft einerseits und wie scharf und fein differenziert andererseits die Geruchsorgane der Männchen sind, lehren Versuche von Standfuß, der mit einem unbefruchteten Weibchen des kleinen Nachtpfauenauges (*Saturnia carpini*), das er im Freien aussetzte, im Laufe von 7 Stunden 127 Männchen herbeilockte.

c) Um die Erregungsmittel, die auf das Gehör des ♀ einwirken, zu kennzeichnen, sei an das Röhren des Brunsthirsches, an den Gesang, besonders den Balzgesang der Vögel und an das Konzert der Wasserfrösche erinnert. Bei letzteren sind die Männchen mit besonderen Schallblasen versehen. Auch die zirpenden und singenden Töne mancher Insekten, z. B. der Heuschrecken und Grillen, deren ♂♂ besondere Lautinstrumente besitzen, gehören hierher.

d) Auch der Geschmackssinn des ♀ wird in einigen Fällen durch besondere Ausscheidungen des ♂ erregt. Erst kürzlich wurde von Wille bei der deutschen Schabe festgestellt, daß bei den oft über eine Stunde lang währenden Liebesspielen das ♀ auf den Rücken des Männchens klettert und hier an besonderen Saftdrüsen leckt. Von einer nordamerikanischen Gryllodee wird nach Plate ähnliches berichtet.

e) Schließlich sind noch die Mittel anzuführen, die auf den Gefühlssinn des ♀ einwirken. So dienen z. B. die Drüsenschwielen der männlichen Frösche dazu, bei der Umarmung den Druckreiz zu erhöhen. Die männliche Chimäre, ein Knorpelflosser, preßt ihren mit Stacheln besetzten Stirnanhang in die Haut des Weibchens. Andere Fische versetzen ihren Weibchen Stöße und Püffe, um die geschlechtliche Erregung zu steigern.

Diese kurze Übersicht mag genügen, um einen Einblick in die große und mannigfaltige Fülle von Merkmalen, Organen und Einrichtungen zu gewähren, denen eine sexuelle Reizwirkung auf das Weibchen zugesprochen wird. Wer sich eingehender mit ihnen beschäftigt, ist erstaunt über das Raffinement der Mittel, die die Natur hier anwendet, um den Erfolg sicher zu stellen.

Aber, so müssen wir uns jetzt fragen, besteht tatsächlich die Auffassung, daß es sich hier um Reiz- oder Erregungsorgane handelt, zu Recht? Und ferner, wie ist die Entstehung und Ausbildung dieser auffallenden Merkmale, die nur das eine Geschlecht aufweist, zu erklären?

Der erste, der diesen Fragen größere Aufmerksamkeit zuwandte und sie zu lösen versuchte, war Charles Darwin. In seinem 1871 erschienenen Werke über „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" wird die Bedeutung der sekundären Geschlechtsmerkmale eingehend erörtert und auf ihr die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl aufgebaut. Wie bei der natürlichen Zuchtwahl der „Kampf ums Dasein" diejenigen Merkmale und Einrichtungen zur Entwicklung gelangen läßt, welche dem Organismus in irgendeiner Weise für seinen Bestand nützlich sind, und so die verschiedenen Arten durch „Überleben des Passendsten" sich herausgebildet haben, so sind bei der geschlechtlichen Zuchtwahl einmal durch den Kampf der Männchen um das Weibchen alle jene Organe entstanden, welche dem Männchen besondere Vorteile gegenüber Geschlechtsgenossen gewährten, wie größere Beweglichkeit, schärfere Sinnesorgane, Kampfwerkzeuge und Greiforgane, das andere Mal durch die Wahl der Weibchen jene Organe und Einrichtungen, die in besonderer Weise auf das ♀ einwirkten, es erregten und für die Begattung bereit machten. Was insbesondere den letzteren Teil der Darwinschen Theorie betrifft, so besagt er kurz folgendes:

Bei der Fortpflanzung ist in der Regel das ♂ der aktive Teil, es sucht das ♀ auf und wirbt um dasselbe.

Das ♀ verhält sich demgegenüber meist passiv, es zeigt eine gewisse Sprödigkeit und läßt nicht ohne weiteres jedes ♂ zu. Diejenigen Männchen nun, welche in irgendeiner Weise Vorzüge besaßen, das ♀ stärker erregten, hatten größere Aussicht, zur Fortpflanzung zu gelangen, da sie vom ♀ vorgezogen, gewählt wurden. Durch diese Wahl der ♀♀ mußten sich die Erregungsmittel der Männchen, die schmückenden Farben und Anhänge, die Duftorgane, der Gesang usw. bei den betreffenden Arten zu immer größerer Vollkommenheit steigern. Auch die Entwicklung des Menschengeschlechts ist nach Darwin vornehmlich beherrscht durch die geschlechtliche Zuchtwahl. Die Tatsache, daß heute der männliche Mensch in der Regel der Wählende ist und das

weibliche Geschlecht sich schmückt und zu gefallen sucht, ist eine Abkehr vom ursprünglichen Verhalten, erklärt aber auch zugleich, weshalb beim Menschen das weibliche Geschlecht das „schönere" ist, wie ähnliches übrigens auch bei einigen Tierarten vorkommt.

In der Tat, die Darwinsche Theorie hat zunächst etwas durchaus Bestechendes an sich. Doch mußte schon Darwin selbst zugeben, daß der Theorie allerlei Schwierigkeiten im Wege stehen. Gerade dieser Teil seiner Selektionslehre hat zu sehr vielen Kontroversen Anlaß gegeben und gehört noch heute zu den am wenigsten geklärten Gebieten der Abstammungslehre.

Um die Richtigkeit der Darwinschen Theorie zu prüfen, unterscheiden wir 3 Hauptfragen.

1. Haben tatsächlich die sog. Schmuck-, Duft-, Stimmorgane usw. die Bedeutung von Erregungsorganen, d. h. wirken sie in besonderer Weise auf das ♀ ein?

2. Wählt das ♀ das am besten ausgestattete Männchen aus? Es mag hierzu bemerkt werden, daß von einer „Wahl" des Weibchens natürlich nur im bildlichen Sinne gesprochen werden kann.

3. Wenn diese Wahl bejaht wird, läßt sich durch sie die Entstehung und Ausbildung der betr. Organe erklären?

Betrachten wir zunächst, was die Beobachtungen lehren.

Von den Vögeln, die doch durch so auffallende Erregungsmittel, durch prächtigen Schmuck und vollendeten Gesang sich auszeichnen, mußte Darwin erklären: „Was Vögel im Naturzustande betrifft, so ist die erste sich jedem aufdrängende und am meisten in die Augen springende Vermutung die, daß das ♀ zur gehörigen Zeit das erste Männchen, dem es zufällig begegnet, annimmt." Allerdings liegen einige Beobachtungen vor, die auf eine Wahl schließen lassen könnten. Ihnen stehen aber zahlreiche andere gegenüber, wo die Weibchen sich völlig gleichgültig der Schönheit des ♂ gegenüber verhielten. Es ist bekannt, daß nicht selten die Birkhenne sich mit einem jungen Hahn, der sich nicht auf den Kampf- oder Balzplatz wagt, hinwegstielt, daß, während der Brunsthirsch ein Schmaltier treibt, die Alttiere sich von jungen Hirschen begatten lassen (Hesse). Mayer und Soule haben Versuche mit Schmetterlingen gemacht, um experimentell eine etwaige Wahl der Weibchen festzustellen. Sie beobachteten 600 ♂♂ von *Callosamia promethea*, von denen etwa die Hälfte mit grüner oder roter Tinte künstlich gefärbt war. Diese gefärbten Tiere gelangten ebenso erfolgreich zur Kopulation wie die normalen. Einem Männchen wurden die Flügel eines Weibchens aufgeklebt, trotzdem wurde es von einem Weibchen angenommen. Immerhin zeigten andere Versuche, daß das Auge des Weibchens eine gewisse Rolle bei der Zulassung des Männchens spielt. Doch glaubt Plate von den Schmetterlingen zugeben zu müssen, daß „eine Wahl der Weibchen bis jetzt nicht erwiesen ist, sondern sehr häufig das erste Männchen zugelassen wird, auch wenn es sich in sehr defektem oder künstlich gefärbtem Zustande repräsentiert".

Anhänger der Wahltheorie helfen sich mit der Annahme, daß vielleicht die Arten sich früher anders verhalten hätten, oder daß, wenn nicht in jedem Einzelfall, so doch im allgemeinen die geschmückteren Männchen vorgezogen würden, oder auch, daß die Wahl des Weibchens nicht aktiv, sondern passiv sei, indem dasjenige ♂ zugelassen werde, welches dem ♀ am wenigsten zuwider sei. Oder sie machen, wie Weismann, den umgekehrten Schluß: Weil die Erregungsorgane da sind, so muß auch eine Wirkung auf das Weibchen und eine Wahl des ♀ stattfinden. Weismann sagt in seinen Vorträgen über Deszendenztheorie: „Es scheint mir geboten, den Prozeß der sexuellen Selektion als wirklich wirksam anzunehmen, und anstatt ihn in Zweifel zu ziehen, weil man das Wählen der Weibchen nur selten direkt feststellen kann, vielmehr umgekehrt aus den zahlreichen sekundären Sexualcharakteren der Männchen, welche nur Liebeswerbung bedeuten können, zu schließen, daß die Weibchen solcher Arten für derartige Auszeichnungen empfänglich sind und wirklich imstande zu wählen." Natürlich ist mit einer solchen Schlußfolgerung, wenn ihr auch eine gewisse Berechtigung innezuwohnen scheint, das Problem nicht gelöst.

Der Mangel an Beobachtungen über tatsächlich stattfindende Wahl der Weibchen, der Kramer zu dem Ausspruche veranlaßte, daß die Beispiele nur dem genügen könnten, der aus anderen Gründen von der Existenz der geschlechtlichen Zuchtwahl überzeugt sei, hat denn auch schon bald Bedenken gegen die Richtigkeit der Darwinschen Theorie aufkommen lassen. Es seien hier nur die wesentlichen Einwände gegen dieselbe und anderweitigen Versuche einer Erklärung kurz besprochen.

1889 hat Wallace, der im übrigen der Theorie Darwins von der natürlichen Zuchtwahl zuneigte, den Einwand gemacht, daß das ästhetische Gefühl der Weibchen nicht so weit gehen könne, um kleine Differenzen in den Farbenmustern bzw. im Gesang zu unterscheiden. Eine allmähliche Züchtung komplizierter Färbungen sei deshalb durch Auslese geringfügiger Unterschiede nicht möglich. Weiterhin sei es unwahrscheinlich, daß alle Weibchen einer Art denselben Geschmack hätten, das eine würde dies, das andere jenes Merkmal vorziehen. Letzteren Einwand äußern in ähnlicher Weise auch Claparède, Günther, Morgan u. a. Beide Einwände, die auch Plate aus verschiedenen Gründen nicht anerkennt, verlieren wohl ihre Berechtigung, wenn wir annehmen, daß die Empfindungsqualitäten des Weibchens sehr fein abgestimmt sind und auf erblich fixierter, instinktiv, d. h. reflektorisch wirkender Veranlagung beruhen, also sich stets in derselben Richtung äußern müssen.

Wallace versucht nun die Entstehung der sekundären Geschlechtsmerkmale dadurch zu erklären, daß er annimmt, sie beruhen auf einer Präponderanz des männlichen Geschlechtes, auf einem „Überschuß an Lebenskraft". Auch nach Eimer und Fickert sind die „Prachtfarben" einfach „Kraftfarben", während die unscheinbare Färbung der Weibchen eine Schutzfärbung darstellt. Für Wallace ist die natürliche Auslese die Ursache der Weiterentwicklung, da nur stets die kräftigsten Männchen und die geschützten Weibchen überleben.

Diese Wallacesche Theorie vom männlichen Kraftüberschuß ist in modifizierter Form von verschiedenen Forschern übernommen worden. So hat man vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß das Weibchen für die Bildung der Eier, Brutpflege usw. mehr materielle Kraft verbrauche als das Männchen zur Bildung des Samens, daß also im Männchen ein Überschuß an Energie vorhanden sei, der sich in größerer Beweglichkeit und in der Bildung der sekundären Geschlechtsmerkmale äußere. Auch Hesse vertritt neuerdings diese Ansicht und versucht sie durch zahlreiche Beispiele einer männlichen Präponderanz zu stützen. Aber es ist hier Verschiedenes einzuwenden. Zunächst ist es nicht recht verständlich, weshalb dann nicht allgemein die Männchen vor den Weibchen ausgezeichnet sind. Von nahe verwandten Arten ist oft das ♂ der einen Art vorzüglich ausgestattet, das der anderen nicht. Der Kraftüberschuß müßte doch unter sonst gleichen Bedingungen annähernd bei allen Männchen in gleicher Weise vorhanden sein. Weshalb sollte ferner der Kraftüberschuß sich stets nur an bestimmten Körperstellen äußern und in so merkwürdigen Organen und Merkmalen, die augenscheinlich auf die weiblichen Sinne wirken sollen. Manche Farben beruhen zudem nur auf Struktur (physikalische Farben), es kommt in ihnen offenbar gar kein Kraftüberschuß zur Geltung. Weiterhin ist bisweilen auch das ♀ der bevorzugte, d. h. mit besonderen Färbungen oder anderen Merkmalen ausgestattete Teil. So sind z. B. bei den Schetterlingen — wie ich schon erwähnte — vielfach gerade die Weibchen mit Duftorganen versehen. Und endlich ist zu bedenken, daß die Erbfaktoren, auf denen die sekundären Geschlechtsmerkmale beruhen, vermutlich allgemein in beiden Geschlechtern vorhanden sind, aber in bestimmter Abhängigkeit stehen von Faktoren, die mit den Keimdrüsen zusammenhängen. Diese Faktoren, über die noch keine völlige Klarheit herrscht, lassen beim Männchen die sekundären männlichen Merkmale hervortreten, hemmen die weiblichen Merkmale. Umgekehrt beim Weibchen. Ausfall dieser Faktoren, etwa infolge Kastration, mangelnder Entwicklung der Keimdrüsen oder Alterssterilität läßt in vielen Fällen Merkmale des anderen Geschlechtes zur Entwicklung kommen. Es kann also offenbar nicht ein etwaiger Kraftüberschuß des einen Geschlechtes der maßgebende Faktor für die Ausbildung gerade dieser sekundären Merkmale sein, wobei nicht in Abrede gestellt werden soll, daß vielfach das Männchen in der Weiterentwicklung dem Weibchen voranzugehen scheint.

Es mag hier anschließend bemerkt werden, daß man versucht hat, die fraglichen Organe und Einrichtungen überhaupt durch korrelative Wirkung seitens der Geschlechtsdrüsen zu erklären. Zweifellos stehen, wie gesagt, die sekundären Geschlechtsmerkmale in gewisser Beziehung zu den Gonaden. Aber damit ist ihre Entstehung offenbar nicht erklärt!

Doflein, um noch eine letzte Ansicht anzuführen, weist darauf hin, daß vielfach der Fortpflanzungsakt bei den Tieren mit Gewaltanwendung verknüpft ist. Er kommt zu dem Schluß, „daß die Künste, Kämpfe und sonstigen Prozeduren der Männchen nur einen Ersatz für die Gewaltanwendung bei der Werbung um die Weibchen darstellen. Sie sind andere Mittel, um den Selbsterhaltungsinstinkt des Weibchens zu überwinden." So könne es vollkommen unter dem Einfluß der natürlichen Zuchtwahl geschehen sein, daß diese Gewohnheiten sich herausgebildet haben, da durch sie eine Menge von Verletzungen und Todesfällen den betreffenden Tierarten erspart werden. Doch muß auch Doflein zugeben, daß es nicht sehr wahrscheinlich sei, daß durch natürliche Zuchtwahl allein die sekundären Merkmale erklärt werden können. Der geschlechtlichen Zuchtwahl, d. h. einer Wahl der Weibchen, sei aber jedenfalls keine allzugroße Bedeutung beizumessen.

Plate kommt schließlich, nachdem er die verschiedenen Theorien besprochen hat, zu der Schlußfolgerung, daß manche sekundären Geschlechtsmerkmale auf natürliche Zuchtwahl zurückgeführt, andere durch vermehrten Gebrauch oder Nichtgebrauch und verschiedene Lebensweise gedeutet werden können, daß für die Waffen und Erregungsorgane der Männchen die sexuelle Zuchtwahl, also die Wahl der Weibchen, genügende Erklärung biete, also in der Hauptsache die Darwinsche Theorie zu Recht bestehe. Immerhin muß er gestehen, „daß die Entstehung der sekundären Geschlechtsmerkmale ein in vieler Hinsicht dunkles Gebiet ist."

Das Eine kann jedenfalls gesagt werden, schon die Vorfrage, nach der es festzustellen gilt, ob tatsächlich eine besondere Erregung der Weibchen durch die Reizorgane stattfindet, ist so wenig geklärt, daß von Beweisen für die Richtigkeit der Zuchtwahltheorie bis jetzt wohl kaum die Rede sein kann.

Versuchen wir nun, dieser Frage an der Hand eines Beispiels, das Verf. selbst zu untersuchen Gelegenheit hatte,[1]) näher zu treten.

[1]) Feuerborn, H. J., Der sexuelle Reizapparat (Schmeck-, Duft- und Berührungsorgane der Psychodiden nach biologischen und physiologischen Gesichtspunkten untersucht. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Sinnesorgane und der

Bei den Dipteren, den Zweiflüglern, sind bisher — wenn wir von einigen unerheblichen sekundären Merkmalen, deren Bedeutung teilweise noch unsicher ist, absehen — sexuelle Erregungsorgane nicht bekannt geworden. Die beiden Geschlechter sind meist ziemlich gleich gefärbt und zeichnen sich auch sonst voreinander nicht wesentlich aus. Und doch besitzt eine Dipterenfamilie sexuelle Erregungsmittel in einer Vollkommenheit, daß es verwunderlich ist, wie dieselben so lange unbeachtet bleiben konnten. Es handelt sich um die Schmetterlingsmücken (*Psychodidae*), die ihren Namen dem Umstande verdanken, daß sie infolge ihrer dichten schuppigen Behaarung und breiten Flügel fast wie kleine Schmetterlinge aussehen. Es sind Mücken von nur 2—4 mm Größe, von denen Arten der einen Gattung, *Psychoda*, wohl allgemein bekannt sein dürften, da die weißlichen oder grauen Mückchen, deren Flügel wie ein Dach stehen, zum Teil sehr häufig sind, besonders an Stallfenstern, in der Nähe von Dung, Abfällen und Küchenabwässern. In ungeheuren Massen bevölkern sie die biologischen Kläranlagen der Großstädte. Die Arten der beiden anderen Gattungen *Pericoma* und *Ulomyia* sind meist etwas größer, dunkler gefärbt, tragen die Flügel wagerecht ausgebreitet und halten sich an Uferpflanzen in der Nähe von Mühlenwehren, Quellen und Sümpfen auf. Unter den letzteren finden sich die Arten, die im männlichen Geschlecht mit allerlei besonderen Merkmalen ausgestattet sind.

Schon Eaton, bisher der beste Kenner der Psychodiden, bemerkte, daß manche Arten im männlichen Geschlecht auffallend geschmückt seien. Neuerdings hat der Belgier Tonnoir auf die merkwürdigen Anhänge vieler Arten aufmerksam gemacht, ohne deren Bedeutung zu erkennen. Er hält sie zum Teil für Sinnesorgane. In der Tat handelt es sich um einen geradezu raffiniert ausgebildeten Apparat, der im Dienste sexueller Erregung steht. Dieser Reizapparat zeigt verschiedene Grade der Vervollkommnung. Von den etwa 60 Arten, die bisher untersucht werden konnten, sind etwa 35 sekundärgeschlechtlich modifiziert, bei etwa einem Dutzend Arten kann die Ausbildung der Reizorgane als hochdifferenziert bezeichnet werden.

Was zunächst am meisten in die Augen fällt, sind die Schmuckorgane dieser Arten. Während die Weibchen durchweg unscheinbar gefärbt sind, finden sich bei den Männchen ganz auffallende Schmuckfärbungen, besonders lebhafte Kontrastfarben. Gewöhnlich sind Kopf und Vorderbrust ausgezeichnet, vielfach ganz schneeweiß oder sammetschwarz behaart. Bisweilen ist der Vorderrücken mit breitem Längs- oder Querband versehen. Auch Fühler, Taster, Vorderbeine und Vorderrand der Flügel nehmen an der Schmuckfärbung teil. Oft sind verlängerte Haare oder Schuppen zu abstehenden Pinseln, Hörnern oder Locken vereinigt. Aber damit nicht genug. Bei vielen Arten sind besondere Körperanhänge ausgebildet, um den Schmuck zu erhöhen. *P. nubila* hat einen dehnbaren Stirnanhang, der fast so groß wie der ganze Kopf ist, aufgerichtet werden kann und mit einem schneeweißen, schwarz unterlegten Haarbusch besetzt ist. Andere Arten haben am Hinterkopf keulen- oder kolbenförmige Anhänge. An der Vorderbrust, dem Pronotum, weisen einige Arten mit langen Haarlocken versehene Anhänge auf, die in der Ruhe beutelartig herabhängen, in der Erregung zu großen aufgerichteten Ballons aufgebläht werden können. Sehr verbreitet sind schließlich Anhänge der Mittelbrust in Gestalt von epaulettenförmigen Schulterwülsten. Diese Wülste treten in der Ruhelage kaum hervor, erst wenn sie wie ein Handschuhfinger ausgestülpt werden, wirken sie als auffallendes Schmuckorgan. Bei *fusca* und *auriculata* erreichen diese mit sperrig abstehenden Schuppenhaaren besetzten Anhänge in gedehntem Zustande etwa die halbe Flügellänge.

Zu dieser mannigfaltigen Schmuckausstattung, die auf den Gesichtssinn des Weibchens wirkt, treten nun bei den meisten Arten noch besondere Duftapparate zur Erregung des Geruchssinnes. Bei *Ulomyia*, *Pericoma nubila* und anderen Arten sitzt jederseits unter der Schulterepaulette ein zartes, gestieltes Bläschen, das an der Spitze eine mit kleinen Papillen besetzte Platte trägt, die für gewöhnlich ganz in das Bläschen eingesenkt ist. Querschnitte zeigen, daß die Bläschen hohl und nur im distalen Teil, dort wo sich die Papillen finden, mit großen Drüsenzellen versehen sind, die in die Papillen einmünden. Diese Duftbläschen oder Duftorgane sind in der Ruhelage stark zusammengefaltet und unter den Schuppen der Epaulettes wie in einem schützenden Versteck geborgen. Sobald die Schmuckanhänge ausgespreizt werden, werden auch diese Duftbläschen mit Körperflüssigkeit vollgepreßt und die Sekrete der Drüsenzellen zur Absonderung gebracht. Bei anderen Arten fehlt das Bläschen und sitzen die Drüsenpapillen auf einer Platte vereinigt direkt dem Körper an, bei einer Art in einer Falte der Körperwand, bei *P. alispinosa* so angeordnet, daß die Papillenplatte von dem hier unbehaarten Schulteranhang zugedeckt wird. Bei Verwandten dieser Art stehen die Duftpapillen auf der Spitze der Schulteranhänge und werden in der Ruhelage in diese eingezogen. Bei *fusca* und *auriculata* bilden das Duftorgan 2 lange Keulen, die an der Vorderbrust zu beiden Seiten des Kopfes herabhängen. Andere Arten tragen die Duftorgane am Hinterkopf als 2 einfaltbare, zarthäutige, schlauchförmige Fortsätze, deren Enden mit den Duftpapillen besetzt sind. Statt der Duftpapillen finden sich bei einigen Arten auch besonders geformte Duftschuppen. Schließlich sind bei

Organe des Geschlechts- und Bereitschaftsduftes. Archiv f. Naturgeschichte (im Druck). — Hier, wie auch bei Plate, findet [illegible] Literatur verzeichnet.

Übersichtsbild von Schmuck-, Duft- und Berührungsorganen der Psychodiden.

1. Thorax von *Pericoma fusca* Macq. ♂, von vorn. Die Schmuckanhänge (Tegulae) ausgestreckt.
2. Rechte Tegula und Duftorgan von *Ulomyia fuliginosa* Meig., ♂, von vorn oben.
3. Längsschnitt durch das Duftorgan von *U. fuliginosa* Meig.
4. Thorax von *Pericoma alispinosa* sp. n., ♂, von vorn. Rechte Tegula in Ruhelage, linke ausgestreckt.
5. Thorax von *Pericoma patagiata* sp. n., ♂, von vorn. Rechtes Patagium in Ruhe mit um den Kopf gelegter „Haarlocke", linkes ballonförmig aufgebläht.
6. Kopf von *Pericoma* (*Cistocerus*) *ocellari* Meig., ♂, von oben. Nur eine Antenne gezeichnet, mit S-förmig gebogenem Borstenbüschel am 3. Knoten.
7. Antennenglied von *Psychoda* sp., mit dreizinkigen Askoiden (Organen des Geschlechtsduftes).
8. Viertes und fünftes Antennenglied von *Pericoma deminuens* sp. n., ♂, mit Stacheln und einfachen Askoiden, letztere beim ♂ durch akzessorische Schläuche vermehrt.
9. u. 10. Je ein Antennenglied von *Pericoma decipiens* Eaton, ♂ u. ♀, in etwa gleicher Vergrößerung. Beim ♂ sind die Askoide durch starke Vermehrung zu einem Reizorgan ausgebildet.
11. Antenne von *Pericoma nubila* Meig., ♂, mit Stacheln und Schmuckschuppen.
12. Bereitschaftsdrüse („Epipterygalorgan") einer *Psychoda*, von oben, bei abgespreiztem Flügel. Die gestrichelte Linie deutet den Bereich der Verschlußfalte an.
13. Männchen und Weibchen von *Ulomyia fuliginosa* Meig. in der „Umarmung", von oben gesehen.

Abkürzungen.

Al = Alula. Ask = „Askoide" (Organ des Geschlechtsduftes). BD = Bereitschaftsdrüse („Epipterygalorgan"). Co_1 = Vordere Coxa. DO = Duftorgan. DW = Deckwulst, legt sich auf die Bereitschaftsdrüse (BD). DZ = Drüsenzellen. FA = Flügeladern. FV = Flügelvorderrand. K = Ansatzstelle des Kopfes. Msn = Mesonotum. Pat = Patagium (Schmuckanhang des Prothorax). Pn = Pronotum. Sp = Chitinspangen der Verschlußfalte. St = Stacheln. St_1 = Vorderes (mesothor.) Stigma. Teg = Tegula (Schmuckanhang des Mesothorax).

Hinsichtlich der Einzelheiten, die hier nicht genau wiedergegeben sind, vergleiche man die zitierte Arbeit.

einer Reihe von Arten die Organe des Geschlechtsduftes, auf die ich noch zu sprechen komme, in männlichen Geschlecht zu Erregungsorganen ausgebildet.

Zu den Schmuck- und Duftorganen treten nun bei manchen Arten noch Organe des Berührungsreizes, besondere Stacheln, die den Hautsinn des Weibchens erregen. Solche Stacheln finden sich einzeln oder zu Gruppen vereinigt besonders an den Fühlern, so bei dem Männchen

von *P. nubila*, das mehrere untere Antennenglieder dicht mit starren Stacheln besetzt zeigt. Auch an den Vorderbeinen und an der unteren Flügelfläche finden sich bei anderen Arten Stacheln oder Stachelreihen.

Schließlich sind, im Einklang mit der Ausbildung der genannten Reizorgane, die Instinkte der Männchen in verschiedener Weise modifiziert. Bei seiner Werbung führt das Männchen allerlei Bewegungen aus, um das Weibchen zu erregen. Diese Bewegungen enden bei manchen Arten in einem eigenartigen Vorgang, der dazu dient, die Schmuck-, Duft- und Berührungsorgane zu ausgiebiger Wirkung zu bringen.

Bevor wir nun versuchen, die physiologische Bedeutung dieser Einrichtungen, die in der Tat sowohl hinsichtlich ihrer Ausbildung im einzelnen als auch ihres Zusammenwirkens als überaus vollendet bezeichnet werden können, näher zu prüfen, muß noch einiges vorausgeschickt werden.

Wie ich bereits erwähnte, finden viele Tiere sich vorwiegend durch den Geruchssinn zusammen, vor allem ist das bei den meisten Insekten der Fall. Es muß also den Individuen einer Art ein besonderer Geruch anhaften, den man als Speziesduft, besser wohl — da er nach dem Geschlecht unterschieden sein muß — als Geschlechtsduft bezeichnet. Im allgemeinen wird angenommen, daß es diffus verteilte Hautdrüsen oder Drüsenhaare sind, die diesen Duft erzeugen. Bei den Psychodiden, und zwar sämtlichen Arten, sind es besondere Organe an den Antennen, zarte Schläuche in mannigfaltiger Form, die an den Geißelknoten paarig angeordnet sind. Die Anordnung an den Antennen ist insofern auffallend, als sich bekanntlich auch die Organe des Geruchssinnes an den Antennen finden. Es ist das ein Beweis dafür, daß diese Geruchszapfen ganz genau auf bestimmte Duftqualitäten eingestellt sein müssen, der eigene Duft wird offenbar gar nicht wahrgenommen.

Dann aber besitzen beide Geschlechter aller Arten noch eine weitere sehr interessante Duftdrüse. Sie findet sich an jeder Seite des Brustabschnittes dicht oberhalb der hinteren Flügelwurzel in Form eines Zäpfchens, das an der Spitze ein Büschel von Haaren trägt. Das merkwürdigste an diesem Organ ist die Einrichtung, durch die es gewissermaßen bei Nichtgebrauch unter Verschluß gehalten wird. Die hintere Flügelmembran bildet eine Falte, die durch 2 chitinöse Spangen gehalten und durch besondere Muskeln bewegt wird, so daß der Apparat auf- und zugeklappt werden kann. Ich habe dieses Organ „Bereitschaftsdrüse" genannt. Es tritt erst dann in Funktion, wenn die Reifung der Geschlechtsprodukte beendet, also die Bereitschaft zur Kopulation eingetreten ist. Daß gerade dieses Bereitschaftsorgan für die Beobachtungen von wertvoller Bedeutung ist, wird einleuchten.

Die Bereitschaft der Imagines tritt bei den höherdifferenzierten Arten in der Regel erst 1 bis 2 Tage nach dem Ausschlüpfen, bei den Männchen etwas früher als beim Weibchen ein. Die gesamte Lebensdauer umfaßt nur kurze Zeit, in der Gefangenschaft selten mehr als 5—8 Tage.

Setzt man in eine Glaskammer zu einem reifen unbefruchteten Weibchen ein reifes Männchen, so „erkennen" sich vermöge ihres Geschlechtsduftes die beiden Geschlechter sofort, auch wenn sie sich nicht sehen. Das äußert sich darin, daß in der Regel ohne Verzug das ♂ oder ♀ seine Bereitschaft äußert. Diese „Bereitschaftsäußerung" besteht in einem ruckartigen, 1—2maligen Flügelschlagen, bei dem zweifellos der Verschlußapparat des Bereitschaftsorganes geöffnet wird, so daß etwas Duft entweicht, dessen Verbreitung durch das Schlagen mit den Flügeln beschleunigt wird. Bei einzelnen Arten sind Modifikationen dieser Bereitschaftsäußerung vorhanden. Bei den Weibchen scheint ziemlich allgemein das 1—2malige Schlagen vorzuherrschen, die Männchen einiger Arten spreizen flatternd die Flügel oder zittern und rütteln mit dem ganzen Körper. Letzteres ist z. B. bei dem ♂ von *Ulomyia fuliginosa* Meig. der Fall, auf das ich hier im wesentlichen mich beziehe. Der erste „Anruf" kann, wie gesagt, sowohl vom ♂ als vom ♀ ausgehen, meist ist es das Männchen, das Weibchen nur dann, wenn es etwa hochgradig bereit ist. „Anruf" und „Antwort" folgen sich bei bereiten Tieren außerordentlich schnell, ein Beweis für die Wirkung des „Bereitschaftsduftes". Verhält sich das ♀ zögernd, so beginnt das Männchen zu „werben". Es wiederholt immer von neuem seine Bereitschaftserklärung, dabei häufig den Platz wechselnd, während das Weibchen gewöhnlich ruhig sitzen bleibt. Vollführt das Weibchen aber einen kurzen Flügelschlag, so ist in der Regel das Männchen in aller Kürze in seiner Nähe. Hier wird es immer aufgeregter, wiederholt das Zittern und Rütteln lebhafter und häufiger und läuft unruhig um das Weibchen herum. Schließlich bleibt es dicht vor dem Weibchen, ihm zugewandt, stehen. Das Rütteln geht in einen erregten Dauerzustand über, der einige Sekunden lang anhält. Dann wird — wenn das Weibchen aushält — plötzlich der eigentliche, bis jetzt in Reserve gehaltene Reizapparat in Funktion gesetzt. Das Männchen schnellt seine Schmuckanhänge hervor, so daß sie weit vom Körper abstehen, hebt den einen Flügel hoch, legt ihn nach vorn herüber an die Seite des Weibchens und preßt seinen Vorderkörper dicht an den des Weibchens heran. In dieser Stellung, die gewisse Ähnlichkeit mit einer „Umarmung" hat, verharren die beiden Tiere 4 bis 6 Sekunden lang regungslos. Ohne Zweifel treten währenddessen die Duftblasen des Männchens in Tätigkeit. Hat der Duft genügend gewirkt, so nimmt das Männchen den nach vorn geschlagenen Flügel zurück, wendet sich zur Seite, ergreift mit seinen Greifzangen das Hinterende des weiblichen Abdomens und tritt in Kopula.

So glatt verläuft aber der Vorgang nicht

immer. Es kommt vor, daß das Weibchen, auch wenn es bereits seine Bereitschaft geäußert hat, im letzten Moment vor der Umarmung abspringt. Dann muß das Männchen von neuem seine Werbung beginnen, bisweilen wirbt es bis zu $^1/_2$ Stunde lang ohne Erfolg.

Nun ist es recht interessant, diese Vorgänge bei verschiedenen Arten zu beobachten. Es zeigt sich, daß die Werbebewegungen des Männchens völlig im Einklang stehen mit der Ausbildung des Reizapparates. So fehlt z. B. bei Arten, die keine Berührungsorgane aufweisen, auch die „Umarmung".

Um diese Beobachtungen theoretisch zu würdigen, müssen wir uns zunächst eins vergegenwärtigen. Es handelt sich bei den Äußerungen, die hier vorliegen, zweifellos um Instinktbewegungen, d. h. um erblich festliegende, selbstverständlich in gewisser Hinsicht plastische, aber im Prinzip gesetzmäßige Reflexe. Den Ablauf dieser Reflexe verstehen wir am besten, wenn wir alle psychologischen Erwägungen beiseite lassen und die Vorgänge nach rein physiologischen Gesichtspunkten betrachten.

Jeder Reflex setzt einen Reiz voraus, der ihn auslöst. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt einmal das Weibchen.

Seine Äußerungen sind abhängig von im wesentlichen zwei Reizen. Zunächst dem innersekretorischen Reiz, der von den reifenden Geschlechtsprodukten (oder irgendwie mit der Reifung im Zusammenhang stehenden Faktoren) ausgeht. Solange die Reife nicht vorhanden ist, bleibt der Reflex aus. In zweiter Linie von dem Reiz, den das Männchen ausübt. Es ist nun klar, daß, wenn der erste Reiz — sagen wir der innere Trieb zur Begattung — bereits sehr stark geworden ist, der zweite Reiz, der vom Männchen ausgehende, nur schwach zu sein braucht, um den Endeffekt, d. h. den Begattungsreflex auszulösen. In der Tat läßt sich deutlich erkennen, daß die Bereitschaft des Weibchens, seine „Reaktionsstimmung", steigende Grade aufweist. Steht das Weibchen im Beginne der Bereitschaft, so muß das Männchen sehr lange werben, häufig wirbt es dann vergebens. Nun wird das Weibchen nur ein einziges Mal begattet. Die Männchen aber sind imstande, die Kopulation wiederholt vorzunehmen, sie sind immer von neuem bereit und meist außerordentlich begierig. Es muß sich also, da die Tiere in der Regel wohl in größerer Anzahl nahe beieinander leben, ein gewisser Wettbewerb der Männchen um die Weibchen ergeben. Wirbt ein Männchen vergebens um ein Weibchen, so kann inzwischen ein zweites Männchen aufmerksam werden und seinerseits Werbungsversuche anstellen. Verfügt es über bessere Reizmittel, so liegt die Möglichkeit vor, daß es ihm eher gelingt als dem anderen, weniger gut ausgestatteten, das Weibchen zu erringen.

Sicherlich spielen auch die „Selbsterhaltungsinstinkte" des Weibchens, die Doflein im Auge hat, eine Rolle. Sie verzögern die Reaktionsstimmung. Selbst wenn wir nicht annehmen, daß der Fortpflanzungsakt durchweg mit Gewaltanwendung verbunden ist, schon der bloßen Berührung gegenüber verhalten sich die meisten Tiere ablehnend.

Die Reize, über die das Männchen bei seiner Werbung verfügt, sind folgende: Zunächst der Geschlechtsduft. Schon dieser kann genügen, um bei einem sehr reifen Weibchen die Bereitschaft auszulösen. Dann der Bereitschaftsduft; beides Reize, die auf den Geruchssinn wirken. Weiterhin Reize, die den Gesichtssinn erregen, die Bewegungen des Männchens, schließlich die plötzliche Entfaltung des Schmuckapparates. Zur letzten Steigerung werden die eigentlichen Duftorgane in Tätigkeit gesetzt, zugleich mit dem Reiz, der durch die Berührung bei der Umarmung ausgeübt wird. Gerade diese Berührung scheint mir nicht unwesentlich zur Überwindung etwa noch im Wege stehender Selbsterhaltungsinstinkte zu sein. Jedenfalls finden wir in Korrelation zu den Graden der „Sprödigkeit" des Weibchens, wenn wir als solche die mangelnde Bereitschaft bezeichnen wollen, graduell gesteigerte Reize bei dem Männchen.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich also folgendes:

1. Da die Männchen den Fortpflanzungsakt sehr häufig vornehmen können, die Weibchen nur ein einziges Mal begattet werden, muß sich ein Wettbewerb der Männchen um die Weibchen ergeben. Die Männchen, zumal sie früher reif sind, „lauern" gewissermaßen auf den Eintritt der Bereitschaft des Weibchens.

2. Da die Bereitschaft der Weibchen steigende Grade aufweist, ist die größere oder geringere Intensität der Werbung des Männchens, die mehr oder weniger vollkommene Ausbildung der Reizorgane von ausschlaggebender Bedeutung.

3. Es findet also eine gewisse Wahl der Weibchen statt, nicht in dem Sinne, daß bewußt ein Männchen ausgewählt wird, sondern in dem Sinne, daß im allgemeinen ein Männchen, das über stärkere Reize verfügt, bei seiner Werbung größere Aussicht auf Erfolg hat.

Ohne Zweifel enthalten diese Beobachtungen und Schlußfolgerungen eine Antwort auf die beiden ersten Fragen, die ich oben aufstellte. Die Reizorgane haben offensichtlich den Zweck, die Weibchen zu erregen und für die Begattung gefügig zu machen, das ergibt sich aus den Vorgängen mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit. Ein „Wahl" der Weibchen kann daraus meines Erachtens schon rein logisch gefolgert werden, sobald, wie es hier der Fall ist, ein Wettbewerb der Männchen vorliegt.

Ich zweifle nicht, daß auch bei anderen Tier-

arten, welche Erregungsorgane aufweisen, ähnliche Verhältnisse sich nachweisen lassen, falls man nur die Beobachtungen sorgfältig genug anstellt. Man kann über die Lebensäußerungen der Tiere — das gilt besonders für die Insekten — nur dann zu richtigen Anschauungen gelangen, wenn man sowohl die morphologischen Eigentümlichkeiten der betreffenden Art genau untersucht, als auch sich frei hält von anthropomorphen Deutungen, d. h. rein physiologisch die Erscheinungen wertet. Wenn Möbius den Einwand macht, daß Tiere keine Schönheit wahrzunehmen vermöchten, „weil sie nicht imstande sind, das Gesetzmäßige in den auf sie einwirkenden Naturerscheinungen zu erkennen"; oder wenn Schneider die geschlechtliche Zuchtwahl bekämpft, weil sie bei den Weibchen eine „hohe geistige Veranlagung, direkt eine ästhetische Begabung" voraussetze, so zeigt das nur, daß die Vorgänge, um die es sich hier handelt, völlig falsch aufgefaßt werden. Es braucht nur darauf hingewiesen zu werden, daß selbst der intelligente Mensch in vielen seiner Handlungen völlig unter dem Einfluß rein physiologischer, teils innersekretorischer, teils sinnlicher Reizwirkungen steht. Bei den erwähnten Versuchen mit Schmetterlingen, denen die Flügel übermalt oder abgeschnitten wurden, hat man festzustellen versäumt, ob nicht die Männchen noch über weitere Reizmittel verfügen (wie es in der Tat der Fall ist), und in welchem Zustande der Bereitschaft sich die Weibchen befanden.

Nun aber kommt die weitere Frage: Ist die Entstehung und Ausbildung der Reizorgane auf die Wirkung dieser sexuellen Zuchtwahl zurückzuführen, kann sie durch diese erkärt werden?

Einer Bejahung dieser Frage stehen von vornherein prinzipielle Bedenken entgegen.

Die Forschungen über die Variabilität der Arten haben ergeben, daß die Eigenschaften nicht über eine gewisse Breite hinaus schwanken und diese Schwankungen nicht erblich sind, also durch Auswahl auch der extremsten Abweichungen nichts neues gezüchtet werden kann. Diese Feststellung, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, läßt es als unmöglich erscheinen, daß die sexuelle Zuchtwahl als solche die fraglichen Organe hervorgerufen und vervollkommnet hat, da nicht anzunehmen ist, daß die Variationsgesetze etwa in früheren Zeitperioden wesentlich andere waren.

Ein Beispiel, das die Psychodiden bieten, scheint in der Tat einen deutlichen Beweis zu liefern, daß die sexuelle Zuchtwahl nicht der maßgebende Faktor für die Ausbildung der Reizorgane ist. Es gibt zwei Psychodidenarten, *Pericoma nubila* Meig. und *trivialis* Eat., die so nahe verwandt sind, daß die Larven und Puppen und auch die weiblichen Imagines einander völlig gleichen, vielleicht nur etwas durch ihre Größe differieren. Die Männchen dieser Arten zeigen in der Ausbildung ihrer Reizorgane ganz auffallende Unterschiede. Bei *trivialis* ist der Reizapparat in jeder Hinsicht primitiv, bei *nubila* auf das höchste vervollkommnet. Zweifellos hängen die beiden Arten genetisch eng zusammen, die Organe der einen Art lassen sich von denen der anderen ableiten. Ich vermute daher, daß die eine, *trivialis*, die Stammart der anderen ist, falls es sich nicht überhaupt um eine einzige Art mit zwei Männchenformen handelt. In jedem Falle müßte aber, wenn man die Entwicklung der sekundären Merkmale aus der Wirkung der Zuchtwahl erklären will, das nur kümmerlich ausgestattete *trivialis*-Männchen ausgestorben sein. Es ist aber eher das Gegenteil der Fall, *trivialis* ist die häufigere, überall verbreitete Art, *nubila* ziemlich selten.

Wir müssen also nach anderen Faktoren suchen, um die Entstehung und Weiterentwicklung der Reizorgane zu erklären.

Die vergleichende Morphologie der Psychodiden legt zunächst die Annahme nahe, daß bei den Imagines eine ererbte oder erworbene Neigung zur Ausbildung dieser Organe vorliegt, z. B. eine erworbene Neigung zur Bildung von Sekreten oder Duftstoffen vielleicht im Zusammenhang mit der Nahrung der Larven, eine ererbte Neigung zur Bildung von Anhängen an bestimmten Körperstellen auf phylogenetisch überlieferten Grundlagen. Eine solche Neigung oder Prädisposition kann vielleicht als Vorbedingung für das Entstehen der Reizorgane betrachtet werden, bildet aber natürlich keine Erklärung für dieses.

Weiterhin drängt sich die Vermutung auf, daß manche dieser Bildungen durch funktionelle Bewirkung hervorgerufen sind, z. B. die ausstülpbaren Anhänge durch erhöhten Druck der Körperflüssigkeit infolge der sexuellen Erregung oder die Stacheln an den Antennen durch den Reiz bei der Berührung, mit anderen Worten: durch den Gebrauch der betreffenden Organe nach der Auffassung Lamarcks, eine Erklärung, die auch Plate für manche Organe gelten läßt. Doch stehen hier einige Bedenken entgegen. Einmal können wir unmöglich wissen, was eher da war, der Gebrauch oder das Organ, z. B. der Instinkt, das Weibchen zu berühren oder die Stacheln an den Antennen. Allerdings, die Übereinstimmung, die zwischen den Besonderheiten des männlichen Instinktes und den verschiedenen Modifikationen des Reizapparates herrscht, spricht für eine engere Beziehung zwischen beiden. Aber wir brauchen uns nur zu fragen, wieso etwa am 4. oder 5. Glied jeder Antenne durch den Reiz bei der Berührung von den dort vorhandenen Wirtelhaaren je 3 zu starren Stacheln geworden sein sollten, um die Unmöglichkeit einer solchen Annahme zu erkennen. Sollen vielleicht sämtliche Männchen der betreffenden Art die Weibchen stets mit denselben Antennengliedern berührt haben? Eine andere Form funktioneller Bewir-

kung ist aber meines Erachtens undenkbar. Selbst wenn wir aber mit dieser Schwierigkeit uns abfinden würden, so stoßen wir auf eine weitere. Es ist zu beachten, daß zu der Zeit, wo das Männchen die Reizorgane, etwa die Stacheln, gebraucht, also durch den Gebrauch die Bildung der Organe gefördert werden könnte, die Geschlechtsprodukte ausgereift sind. Es ist also nicht ersichtlich, wie etwa durch den Gebrauch entstandene oder weiterentwickelte Menkmale auf die folgende Generation vererbt werden können. Daher ist diese Deutung, wenigstens für unseren Fall, meines Erachtens zu verwerfen.[1])

Eine andere Auffassung geht dahin, daß, wenn ein „Bedürfnis" vorliege, ein „inneres Gefühl" oder eine „innere Reizempfindung" die Bildung von Organen zur Befriedigung des Bedürfnisses verursache. Auf unseren Fall angewandt, würde man etwa sagen können: es hat eine größere Sprödigkeit der Weibchen die Entwicklung der Reizorgane notwendig gemacht und sie auf Grund innerer Bedürfnisempfindung hervorgerufen. Mir scheint aber diese Auffassung doch zu viel des Hypothetischen an sich zu haben. Zunächst wissen wir von einer solchen „Bedürfnisempfindung" de facto nichts. Weiterhin vermag man sich schwer eine Vorstellung davon zu machen, wie ein Bedürfnis nach einem Organ, das nicht vorhanden ist, dieses oder auch nur die Tendenz zur Hervorbringung eines solchen ins Leben rufen soll. Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß das Verhalten der beiden Geschlechter in strengster Korrelation zueinander steht, aber es ist anzunehmen, daß nicht etwa zuerst die Sprödigkeit sich herausgebildet hat und dann der Reizapparat zur Überwindung derselben, also nicht das eine als die Ursache des anderen gelten kann, sondern beides zu gleicher Zeit aufgetreten ist.

[1]) Es mag von Interesse sein, hier das merkwürdige „Hypopygium inversum" der Psychodiden zum Vergleich heranzuziehen. Wie ich an anderer Stelle (Zoolog. Jahrb., Anat. Bd. 42. S. 543) bereits kurz ausgeführt habe, ist die Muskulatur des aus dem 9. und 10. Abdominalsegment aufgebauten Kopulationsapparates der Männchen bis auf einen dorsalen und einen ventralen Muskel, die die Verbindung mit dem 8. Segment herstellen, völlig selbständig. Nach dem Ausschlüpfen der Imago dreht sich der Apparat um 180° und bleibt in dieser inversen Lage dauernd erhalten. Es handelt sich um eine vollendete Anpassung an die Lage der weiblichen Genitalöffnung. Was liegt näher als die Annahme, daß diese Drehung durch den Gebrauch, d. h. funktionelle Anpassung hervorgerufen ist? Das durch den weiblichen Legeapparat behinderte Männchen mußte versuchen, durch Drehung des Hypopygiums das Begattungsglied von unten her einzuführen. Wiederholter Versuch beseitigte nach und nach entgegenstehende Hindernisse (intersegmentale Muskeln usw.), der Apparat wurde immer selbständiger und die Drehung zu einer obligatorischen! Aber auch hier steht einer solchen Deutung die oben angeführte Tatsache durchaus entgegen. Soweit ich feststellen konnte, sind sämtliche Geschlechtsprodukte vor dem ersten Begattungsakt ausgereift. Wie soll hier eine durch funktionelle Anpassung bei der Kopulation selbst erst erworbene neue Eigenschaft erblich übertragen werden? Wie mir scheint, eine überaus schwierige Frage, falls wir nicht annehmen, daß etwa Vorfahren, die dieses Merkmal erwarben, hinsichtlich der Reifung ihrer Geschlechtsprodukte sich wesentlich anders verhielten.

Des Eindruckes kann man sich nicht erwehren, daß in den Erregungsorganen, dem prächtigen Schmuck, den Anhängen und Duftdrüsen, ein gewisser Kraftüberschuß zutage tritt. Aber, wie ich schon betonte, dieser Kraftüberschuß kann nicht dem einen Geschlecht eigen sein, er muß meiner Ansicht nach in der Art liegen. Und gerade in dieser Hinsicht scheinen die Psychodiden einigen Anhalt zu geben. Wir müssen dazu natürlich die Larven untersuchen, da diese allein etwaigen Kraftüberschuß erwerben können. Es unterscheidet sich nun die Lebensweise der Arten, die keine besonderen Erregungsorgane aufweisen, sehr wesentlich von derjenigen ausgestatteter Arten. Die ersteren leben vorzugsweise an schnell faulenden Substanzen, sind lebhaft und beweglich, ihre Entwicklung dauert nur kurze Zeit, in manchen Fällen nur einige Tage. Die Larven der anderen Gruppe leben auf moderndem Laub, sind außerordentlich träge, zeigen z. T. hochgradige Anpassungen an ihren Wohnort, ihre Entwicklung dauert bis zu einem Jahre. Inwiefern etwa die Nahrung dabei von Bedeutung ist, kann nicht gesagt werden. Jedenfalls liegt die Annahme nahe, daß die verschiedene Lebensweise eine verschiedene Konstitution bedingt, und daß die trägen, langlebigen, geschützten Arten gewissermaßen Energien speichern, die in den Imagines zur Geltung kommen. Aber wohlgemerkt, es kann die Annahme eines Energieüberschusses gewisser Arten uns allenfalls als Erklärung für die materielle Grundlage, auf der die Reizorgane entstehen konnten, dienen, nicht die Entstehung gerade der Reizorgane erklären.

Die Zuchtwahltheorie im Sinne Darwins glaubte ich ablehnen zu müssen. Hat nun aber die „Wahl der Weibchen", die ich als solche in gewissem Sinne bejahte, gar keine Bedeutung für die Entwicklung der Reizorgane? Ich halte es für nicht richtig, ganz eine Bedeutung dieser Wahl zu leugnen. Sollte sie nicht den Erfolg haben, daß, wenigstens im allgemeinen, nur die besten Männchen zur Fortpflanzung gelangen, und damit die Konstitution der Art auf der vollen Höhe ihrer Potenz erhalten bleibt? Und weiter: sollte nicht gerade durch die Wahl die Potenz derjenigen Merkmale, die bei dieser Wahl ausschlaggebend sind, im besonderen gefestigt werden? Mir scheint dieser Gesichtspunkt eine gewisse Erklärung für das Bestehen der Wahl und für die Möglichkeit der Weiterentwicklung des Reizapparates zu enthalten. Doch dürfen wir auch hier nur die „Grundlage", nicht die „Ursache" suchen.

Diese Ursache muß in inneren Kräften des Organismus liegen, in einem Vervollkommnungsprinzip oder besser einer Tendenz fortschreitender Differenzierung etwa im Sinne Nägelis. Der Nägelische Gedankengang, der neuerdings vor allem von Oskar Hert-

wig aufgegriffen und weiter ausgebaut ist, geht von der Auffassung aus, daß als Träger der erblichen Eigenschaften eine besondere materielle Substanz angenommen werden muß, das „Idioplasma". Dem Idioplasma kommt die Fähigkeit zu, zu wachsen und sich zu differenzieren, d. h. vorhandene Erbanlagen bzw. Merkmale umzubilden und neue hinzu zu gewinnnen. Es geschieht dies unter dem Einfluß äußerer Bewirkungen, wie Nahrung, Feuchtigkeit, Temperatur usw., deren Einfluß auf die Ausbildung oder Veränderung von Merkmalen des Organismus ja experimentell festzustellen ist.

Es läßt sich diese Auffassung unter mehr positiver Berücksichtigung der Zuchtwahl, die Hertwig nur als rein negativen Faktor gelten läßt, und unter Vernachlässigung der Annahme, daß die Veränderungen des Idioplasmas a priori bestimmt gerichtet sind, vielleicht in folgender Weise kurz formulieren:

Treffen den Organismus irgendwelche neuen Einflüsse, so kann er durch Umformung seines Idioplasmas neue Eigenschaften bilden. Diese mögen schädlich, gleichgültig oder nützlich sein. Die natürliche Zuchtwahl, d. h. der Kampf ums Dasein, sorgt dafür, daß im wesentlichen die Eigenschaften erhalten bleiben, die dem Organismus Vorteile bieten, bewirkt aber dadurch zugleich, daß die Potenz gerade dieser Merkmale auf gewisser Höhe gehalten und die Möglichkeit ihrer Weiterentwicklung gewährleistet ist. In gleicher Weise wirkt die sexuelle Zuchtwahl. Um auf unser Beispiel zurückzugreifen: Neue, sagen wir: günstige Lebensbedingungen haben bei gewissen Arten neue Differenzierungen des Idioplasmas hervorgerufen. Sie äußerten sich darin, daß bei dem Weibchen die Reifung der Geschlechtsprodukte verzögert, seine „Sprödigkeit" vergrößert wurde, während bei dem Männchen Eigenschaften zur Geltung kamen, durch die es befähigt war, diese Sprödigkeit zu überwinden. Die geschlechtliche Zuchtwahl ließ gerade jene Männchen zur Fortpflanzung kommen, bei denen diese Eigenschaften höhere Qualitäten besaßen. So konnte die prospektive Potenz gerade dieser Merkmale durch die Wahl der Weibchen sich festigen und auf ihr, bei Fortbestehen der günstigen Einflüsse und der aus ihnen resultierenden Differenzierungstendenz, eine immer weitergehende Vervollkommnung fußen,[1]) deren Resultat sich uns heute in den uns so wunderbar erscheinenden Einrichtungen des sexuellen Reizapparates offenbart.

Daß mit dieser Auffassung alle Schwierigkeiten hinweggeräumt seien, die gerade die Frage der Entstehung der sekundären Geschlechtsmerkmale bietet, wage ich nicht zu behaupten. Vielleicht aber mögen die mitgeteilten Tatsachen uns einer Lösung des Problems der geschlechtlichen Zuchtwahl näher führen.

[1] Die „Hypertelie" gerade bei sekundären Geschlechtsmerkmalen dürfte als Stütze dieser Auffassung angesehen werden können. — Ob die „Vervollkommnung" als allmähliche oder sprunghafte anzunehmen ist, mag hier unerörtert bleiben. Das Beispiel *trivialis-nubila* deutet auf sprungweise erfolgte Mutation hin.

Einzelberichte.

Versuche, bei Pflanzen das Geschlecht zu verschieben.

In einem früheren Jahrgang dieser Zeitschrift (N. F. 17, S. 458) wurde über Versuche von Correns, die sich mit der Frage der experimentellen Verschiebung der Geschlechtsverhältnisse bei Pflanzen beschäftigen, berichtet. Inzwischen sind zwei weitere Arbeiten desselben Forschers und neuerdings eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Ergebnisse erschienen (Hereditas, 2. 1921). Bei dem Versuchsobjekt von Correns, der Lichtnelke (Melandrium) liegen die Verhältnisse folgendermaßen: es werden nur einerlei Eizellen gebildet, aber zweierlei Pollenkörner, „Männchenbestimmer" und „Weibchenbestimmer" zu gleichen Teilen. Es ist das der sog. Drosophilatypus im Gegensatz zu dem selteneren Abraxastypus (Schmetterlinge, Vögel), bei dem gleichartige männliche und zweierlei weibliche Gameten produziert werden. Danach müßte man erwarten, daß bei der Lichtnelke männliche und weibliche Pflanzen in gleicher Anzahl gebildet werden. Die Erfahrung zeigt aber, daß in der Natur die Weibchen sehr stark dominieren. Solche Unstimmigkeiten im Sexualverhältnis sind ja im Pflanzen- und Tierreiche häufig beobachtet. Bei Melandrium beruhen sie nun in erster Linie darauf, daß die weibchenbestimmenden Pollenschläuche den männchenbestimmenden in der Konkurrenz durch ihr rascheres Wachstum überlegen sind; sie überholen ihre Partner auf dem Wege nach der Eizelle. Sorgt man nun dafür, daß jedes keimende Pollenkorn zur Befruchtung gelangen kann, indem man nur soviel Pollenkörner auf die Narbe aufträgt, als Eizellen im Fruchtknoten vorhanden sind, dann zeigt sich, daß das Geschlechtsverhältnis unter Umständen bis zum Gleichgewicht von Männchen und Weibchen verschoben werden kann. Das Voraneilen der weibchenbestimmenden Pollenschläuche kann nun in folgender Weise sehr schön demonstriert werden: man erntet die Samen der oberen und der unteren Kapselhälfte getrennt und sät sie auch gesondert aus. Dabei offenbart sich, daß die Nachkommenschaft der oberen Kapselhälfte prozentual viel mehr Weibchen enthält als die

der unteren. Das ist sehr einfach so zu deuten, daß die zuerst ankommenden Pollenschläuche die zunächstliegenden Samenanlagen der oberen Region befruchten, so daß die Nachzügler auf die entfernter liegenden Eizellen der unteren Region angewiesen sind. Ganz so schematisch erfolgt der Prozeß nicht, so daß wir auch Männchen in der oberen und Weibchen in der unteren Hälfte antreffen. Einmal spielen zufällige Verhältnisse bei dem Erreichen der Samenanlage eine Rolle, dann aber ist die Wachstumsgeschwindigkeit der männchenbestimmenden Pollenschläuche bloß durchschnittlich geringer als die der weibchenbestimmenden, während im einzelnen Ausnahmen vorkommen. Daß die Weibchenbestimmer die Männchenbestimmer auf dem Weg zur Narbe tatsächlich überholen, kann in folgender Weise veranschaulicht werden. Man schneidet den Griffel einige Zeit, nachdem die Narbe mit Pollen belegt wurde, an der Basis ab und stellt nun das Verhältnis der Geschlechter bei derart behandelten Fruchtknoten fest. Es zeigt sich, daß hier die Weibchen viel stärker dominieren als in Parallelserien ohne solchen Eingriff. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß durch das Abschneiden des Griffels alle nachhinkenden Pollenschläuche — also in erster Linie die Männchenbestimmer — von der Konkurrenz ausgeschlossen sind. Umgekehrt kann man das Minus an Wachstumsgeschwindigkeit bei den Männchenbestimmern einigermaßen dadurch ausgleichen, daß man den Weg zur Narbe verkleinert. Es ist dies dadurch zu erreichen, daß man den Pollen nicht wie gewöhnlich auf die Narbe aufträgt, sondern an die Basis des Griffels. Nun werden weniger Männchenbestimmer von den Weibchenbestimmern überholt werden, und der Erfolg zeigt tatsächlich, daß sich nunmehr das Gleichgewicht zugunsten der Männchen verschiebt. Bei Melandrium liegen die Verhältnisse also ganz klar. Es ist von Bedeutung, daß Heribert Nilsson und Renner bei der Nachtkerze (Oenothera) ganz ähnliche Verhältnisse antrafen, und daß es Renner geglückt ist, die beiden Sorten von Pollenkörnern an ihren Stärkekörnern morphologisch-anatomisch zu unterscheiden. Weiterhin fand Correns dann, daß eine Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses in der Richtung der Männchenproduktion durch Alternlassen des Pollens erzielt werden kann. Das beruht darauf, daß beim Altern mehr Weibchenbestimmer als Männchenbestimmer zugrunde gehen, so daß um so mehr Männchen erzeugt werden, mit je älterem Pollen man arbeitet. Es sei hier an die entsprechenden Versuche R. Hertwigs mit Fröschen erinnert. Hier ging die Verschiebung so weit, daß schließlich bloß Männchen resultierten. Endlich mag noch erwähnt werden, daß es in jüngster Zeit Seiler bei seinen Versuchen mit der Psychide Talaeporia geglückt ist, für die Verschiebung der Geschlechtsverhältnisse eine zytologische Grundlage zu finden. Talaeporia ist heterogametisch im weiblichen Geschlecht; sie entwickelt 2 Sorten von Eiern (Abraxastypus!). Die weibchenbestimmenden haben 29, die männchenbestimmenden 30 Chromosomen, zeichnen sich also durch den Besitz eines Geschlechtschromosoms aus. Bleibt dies im Ei, dann entsteht ein Männchen, wandert es in den Richtungskörper, so resultiert ein Weibchen. Durch Altern der Eier sowie durch erhöhte Temperatur wird der Übertritt des Geschlechtschromosoms in den Richtungskörper begünstigt. „Es wird also durch Alter und durch Wärme irgendwie ein orientierender Einfluß auf das Geschlechtschromosom ausgeübt und dadurch das Zahlenverhältnis der beiderlei Eier und der beiden Geschlechter verschoben." Durch all diese Versuche, denen sich noch die bekannten Arbeiten Goldschmidts über Intersexualität anreihen, ist also das Problem der Geschlechtsbestimmung in eine verheißungsvolle Phase eingetreten.

Stark.

Neues zur Relativitätstheorie.

Wohl das Überraschendste auf diesem Gebiet ist die Ausgrabung einer Arbeit aus dem Jahre 1801 im Astronomischen Jahrbuch für 1804, durch Lenard, in den Annalen der Physik 1921, S. 593, wo er zeigt, wie der damalige Münchener Astronom und Physiker Soldner auf Grund einer ganz modernen Auffassung vom Wesen des Lichtes, das er der Gravitation unterwirft, und dem er Eigenschaften der Materie zuschreibt, die Ablenkung der Lichtstrahlen am Rande eines Fixsternes, wie der Sonne ableitet, ohne irgendwelche relativistischen Gedanken. Hier ist Einstein also um ein Jahrhundert zu spät gekommen. Krauß befaßt sich in der Umschau Nr. 46 mit der „Unmöglichkeit der Einsteinschen Bewegungslehre". Der sehr wertvolle Aufsatz spricht der Theorie Einsteins den Charakter einer physikalischen Theorie schlechthin ab. Seine Kunstgriffe sind keine Physik mehr, sondern eine rein spielerische fiktive Rechenaufgabe, die in der Minkowskischen Einkleidung einen besonderen Reiz auf mathematische Köpfe ausübt, für die Laienwelt aber mit dem Ehrfurcht einflößenden Schimmer höherer und höchster Mathematik umgeben wird, vor der man sich schweigend und staunend zu beugen habe". Über die Uhrenverzögerung beim Michelson-Versuch sagt Krauß: „Imaginäre Zeitkoordinaten mit reellen Uhren und Uhren mit Zeit selbst zu verwechseln, und von dem einen auszusagen, was von dem andern gilt [oder auch nicht gilt], ist doch nur möglich, weil den Betreffenden jede Zucht reinlichen Denkens und Sprechens abhanden gekommen ist.

Giulio Alliata schreibt ein Werk über „Verstand contra Relativität", in dem er auf die zahlreichen Widersprüche der Theorie in sich und mit der Wirklichkeit hinweist. Sehr lehrreich ist eine Zeichnung, in der man ersehen kann, wie die

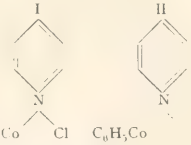
Fachwelt die berühmte Ablenkung des Lichtstrahles an der Sonne gänzlich verschieden darstellt, teils konvex teils konkav zur Sonne, die Sache ist also offenbar unverstehbar, und zwar nach Gehrcke deswegen, weil sie falsch ist.

Comas Sola gibt in den Veröffentlichungen der Sternwarte Fabra in Barzelona 1920 Heft 3 in einem längeren Aufsatz den Nachweis, daß die absurden Konsequenzen der Relativitätstheorie sie sehr angreifbar machen, mit der nicht vorhandenen Rotverschiebung fällt sie, nach Einsteins Wort selbst. Dagegen ist die moderne Emissions-Undulations-Theorie des Lichtes, die sich auf unsern Anschauungen vom Äther aufbaut, imstande, alle Erscheinungen zu erklären, für die die Relativitäts theorie angeblich notwendig ist. Comas Sola zeigt wie diese Anschauung alle astronomischen und physikalischen Widersprüche aufklärt, die zur speziellen Relativitätstheorie führten. Sie läßt die Formeln der Physik unberührt. Sie erklärt die Sonnenfinsternislichtablenkungen. Sie ergibt keine Rotverschiebung. Sie erklärt die Abberration besser, als die Undulationstheorie allein. Sie ergibt keinen Ätherwiderstand. Sie führt zur Identität der Formeln von Fresnel und Descartes. Sie beseitigt den Einwand, daß der Äther keine Longitudinalschwingungen besitze. Sie läßt das Newtonsche Gesetz unberührt. Sie erfordert nicht die von A. Hall, Weber und anderen eingeführten Korrektionsfaktoren. Leider ist der Aufsatz spanisch geschrieben und schwer zugänglich. Riem.

Freie Ammoniumradikale I.

Das freie Rhodan, d. h. das Radikal SNC—, ist vor kurzem erst dargestellt[1]) und damit erneut der Nachweis erbracht worden, daß freie Radikale einigermaßen beständig nur in Lösung auftreten, außerhalb dieser sich jedoch rasch zu einem gesättigten Polymeren zusammenschließen oder aber zu stabilen Bruchstücken zerfallen. Das Radikal Ammonium NH_4—, aus zahlreichen wichtigen Verbindungen wohlbekannt, in seinem Charakter den Alkalimetallen äußerst ähnlich, konnte bisher nicht isoliert werden. Man erhält in jedem Fall nur gasförmigen Ammoniak NH_3. Immerhin ist an der Existenzmöglichkeit des Ammoniums nie gezweifelt worden; das Ammoniumamalgam bewies den autonomen, metallähnlichen Charakter des Radikals deutlich genug. Durch einen Kunstgriff versuchte man in neuerer Zeit die Isolierung. Auch das Radikal Methyl CH_3— ist auf keine Weise frei darzustellen gewesen, wohl aber ist es gelungen, einen Abkömmling davon in Lösung zu stabilisieren und den verschiedensten Umsetzungen zu unterwerfen. Gomberg ersetzte die 3 Wasserstoffe durch Phenylreste und erreichte durch diese Belastung des Kohlenstoffatoms die Gewinnung des Triphenylmethyls $C(C_6H_5)_3$—, d. h. des substituierten Methylradikals. Ganz analog verfuhr Wieland, der im Tetraphenylhydrazin $(C_6H_5)_2N—N(C_6H_5)_2$ einen Stoff fand, welcher unter geeigneten Bedingungen einen substituierten Radikaltypus liefert. Der Weg zur Gewinnung des freien Ammoniumradikals war damit gegeben: nicht das Ammonium selbst, sondern das substituierte Radikal mußte zu isolieren versucht werden.

Ansätze in dieser Richtung finden sich in zwei Arbeiten von Emmert[1]) und von Schlubach.[2]) Es geht daraus hervor, daß das substituierte Ammoniumradikal und damit auch dieses selbst in Lösung eine blaue Farbe aufweist. Nunmehr glauben E. Weitz[3]) und seine Mitarbeiter einige freie Ammoniumradikale dargestellt zu haben. Wenn sie das Benzoylpyridiniumchlorid (Formel I) in Lösung mit Zink behandelten, so trat das Chlor, wie zu erwarten, an das Metall, und ein dunkelbrauner, bronzeglänzender Stoff von der Formel $C_{12}H_{10}ON$ ließ sich abscheiden, dem die Struktur eines Benzoylpyridiniums zugeschrieben wird (Formel II).



Man kann die Reaktion im Reagenzglas leicht wiederholen, wenn man zu einer Lösung von Pyridin und Benzoylchlorid in Xylol etwas Zinkstaub gibt. Es tritt sofort stürmische Reaktion ein. Für die angegebene Struktur des entstehenden Stoffes spricht zunächst seine starke Farbigkeit. Wie immer, so muß auch sie auf eine „ungesättigte" Bindung in Molekül zurückgeführt werden. Es spricht sodann dafür, daß die Farbe der Lösung des Stoffes blau ist, den oben erwähnten Befunden entsprechend. An der Luft werden die Lösungen infolge Oxydation mehr oder weniger rasch entfärbt. Auch dies beweist den ungesättigten Charakter, ebenso die äußerst rasche, quantitative Umsetzung des Stoffes mit Chlor und Brom, wobei 1 Mol Substanz genau 1 Mol des Halogens verbraucht. Säuren dagegen sind ohne jede Einwirkung. Dies alles beweist, daß man es nicht mit einem basischen Stoff zu tun hat, der als substituiertes Ammoniak NH_3 aufzufassen wäre, sondern daß in der Tat ein substituiertes Ammonium NH_4— mit einer sog. „freien", d. h. leicht reagierenden, Valenz vorliegt. Die Bestimmung des Molargewichtes bestätigt das. In Äthylenbromid und in Chlorbenzol erwies sich der Stoff als monomolekular. In Phenol dagegen zunächst als dimolekular; der Wert des Molargewichtes sinkt jedoch allmählich auf den

[1]) Vgl. Naturw. Wochenschr. XIX, S. 138, 1920.

[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch. 53, S. 370, 1920.
[2]) Ebendas. S. 1689.
[3]) Annalen d. Chemie 425, S. 101, 1921.

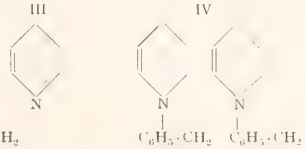
einfachen Betrag. Man hat also, vor allem im freien Zustande, assoziierte Doppelmoleküle anzunehmen, die sich leicht in Einzelmoleküle spalten. (Da auch die Doppelmoleküle stark farbig sind, so ist eine Formulierung der Substanz mit 3wertigem Kohlenstoff, die an sich möglich wäre, abzulehnen.) Im Benzoylpyridinium würde demnach ein substituiertes Ammoniumradikal vorliegen.

Ganz analog glaubt Weitz[1]) nun auch den Radikalcharakter des Benzylpyridiniums nachweisen zu können. Als solches sieht Weitz einen Stoff an, den schon A. W. Hofmann 1881 in den Händen hatte, als er Benzylpyridiniumhalogenide reduzierte. Das Reduktionsprodukt entsprach der Formel nach dem Benzylpyridinium, ohne daß freilich Hofmann dieser Auffassung beitritt. Er erwähnt lediglich, daß die alkoholischen Lösungen des Stoffes tiefbraun gefärbt sind, der Stoff selbst aber sich farblos daraus abscheidet. Emmert sowohl wie Schlubach lehnen noch den absoluten Ammoncharakter des Hofmannschen Stoffes ab. Weitz jedoch findet ihn bestätigt. In Methylalkohol nämlich löst sich das Reduktionsprodukt mit tief indigoblauer Farbe, also ganz wie das Benzoylpyridinium. Beim Schütteln an der Luft verschwindet die Farbe, um nachher wieder zu erscheinen. Es findet also langsame Dissoziation eines Polymeren zum Radikal statt, das infolge seiner Reaktionsfähigkeit leicht oxydiert wird, was auch Emmert schon diskutierte. Weitz glückte es jedoch auch, daß freie kristallisierte Benzylpyridinium in Form tiefroter zackiger Kristalle zu isolieren, die in Alkohol sofort mit blauer Farbe löslich sind. Wieder ließ sich der Wahrscheinlichkeitsbeweis führen, daß es sich wirklich um das freie monomolekulare Radikal (Formel I) handelt. Das farblose, von Hofmann gefundene Produkt wird dann als das Dimere davon aufzufassen sein (Formel IV).

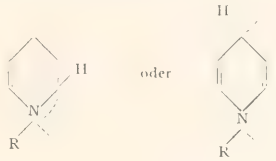
Beide Stoffe würden sich also zueinander verhalten wie N_2O_4 (farblose Dimeres) zu NO_2 (stark farbig). Auch die monomolekularen Nitrosoverbindungen sind ja farbig, ihre Dimeren farblos.

[1]) Annalen d. Chemie 425, S. 187, 1921.

III IV



Wiederum beruht natürlich die Farbe auf dem ungesättigten Charakter des Radikals. Mit unseren heutigen Vorstellungen über das Wesen der chemischen Valenz ist es nun aber unvereinbar, eine „freie", ungebundene Valenzeinheit anzunehmen, wie das in den oben stehenden Formeln der beiden neuen Radikale zum Ausdruck kommt. Weitz muß sich also entschließen, die fünfte „freie" Valenz irgendwie abgesättigt zu denken. Er gibt dem in den beiden Formelbildern



Ausdruck. Es handelt sich also um einen Behelf, der zweifellos bestehenden Valenzzersplitterung graphisch Rechnung zu tragen. Wahrscheinlich kommt aber das Benzylpyridinium wegen seiner sehr großen Ähnlichkeit zum Ammonium der Formel III noch am nächsten. Die Unzulänglichkeit unserer Strukturformeln wird erneut offenbar.

Man darf, wenn im einzelnen auch Widerspruch gegen die Auffassungen von Weitz erhoben werden wird, doch festhalten, daß die Existenz freier substituierter Ammoniumradikale nunmehr Tatsache ist.

In einer soeben erschienenen Arbeit von H. H. Schlubach[1]) sind Reaktionen des Tetraäthylammoniumradikals sowie des Ammoniums selbst beschrieben. Es wird demnächst darüber berichtet werden. H. Heller.

[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch. 54. S. 2811 und 2825, 1921.

Bücherbesprechungen.

Handbuch der Entomologie herausgegeben von Prof. Dr. Schröder. Fünfte Lieferung enthaltend: Band III, Bogen 8—13 mit 143 Abb. im Text. Inhalt: Bd. III, Kapitel 6 (Schluß); Terminologie der für die Systematik wichtigsten Teile des Hautskelettes. Von Dr. A. Handlirsch, Wien (S. 113—116, Abb. 44—51). Kapitel 7; Paläontologie. Von Dr. A. Handlirsch, Wien (S. 117—208, Abb. 52—186). Jena 1920, G. Fischer. 20 M.

Sechste Lieferung: Band III, Bogen 14—19 mit 51 Abb. im Text. Inhalt: Band III, Kapitel 7; Paläontologie. Von Dr. A. Handlirsch, Wien (S. 209—304, Abb. 187—237). Jena 1921. 15 M.

Siebente Lieferung: Band I, Kapitel 8 (Schluß); Geschlechtsorgane. Von Prof. Dr. Deegener, Berlin (S. 529—533). Kapitel 9 (1. Teil); Mechanik des Insektenfluges. Von Dr. O. Prochnow, Berlin-Großlichterfelde (S. 534—560, Abb. 1—25). Band III, Kapitel 7 (Schluß); Paläontologie. Von Dr. A. Hand-

lirsch, Wien (S. 305—306). Kapitel 8; Phylogenie oder Stammesgeschichte. Von Dr. A. Handlirsch, Wien (S. 307—368, Abb. 238 bis 289 und 2 Stammbaumfig). Jena 1921. 15 M.

Die nach langer durch den Krieg bedingter Pause erschienene Fortsetzung des Schröderschen Handbuchs behandelt in der 5. und 6. Lieferung hauptsächlich die Paläontologie der Insekten, ein Gebiet, auf dem der Verf., A. Handlirsch, eine allseitig anerkannte Autorität ist. Ihm ist es namentlich zu verdanken, wenn in das Chaos der fossilen Formen Ordnung gekommen ist, und wir uns ein Bild von der Insektenwelt vergangener Erdperioden machen können. Die Ergebnisse der Handlirschschen Forschungen, die in einem umfangreichen Spezialwerk niedergelegt sind, dürften allerdings bis jetzt wohl nur wenigen genauer bekannt geworden sein; sie werden nunmehr durch das Schrödersche Handbuch zum ersten Male auch weiteren Kreisen zugänglich gemacht. Auch wer sich selbst mit Fossilien nicht abgegeben hat und nur die gegenwärtigen Insektenformen kennt, wird sicherlich das Kapitel Paläontologie mit Interesse lesen und die historische Entwicklung der Insektenwelt verstehen lernen. Zum Verständnis tragen sehr wesentlich die vielen Abbildungen ausgestorbener Arten bei, die der Verf. auf Grund von Rekonstruktionen nach Flügelabdrücken oder sonstigen Überresten gegeben hat, und dem Leser eine Vorstellung davon geben, wie die Insekten der Vorwelt ausgesehen haben mögen. Mitteilungen, die dem speziellen Teil vorausgeschickt sind und das Vorkommen, den Erhaltungszustand sowie die zweckmäßigste Behandlung fossiler Insekten betreffen, werden besonders allen denen willkommen sein, die sich eingehender mit derartigen Funden beschäftigen oder selbst forschend auf diesem Gebiete tätig sein wollen. Die siebente Lieferung bringt uns aus der Feder von Prochnow eine Darstellung von der Mechanik des Insektenflugs, in der Bau und Verrichtungen der Flugorgane eingehend besprochen werden. Die in der gleichen Lieferung von Handlirsch behandelte Stammesgeschichte der Insekten gibt einen guten Überblick, läßt aber leider vielfach die höhere Warte vermissen und bringt allzu einseitig die Ansichten des Autors zur Geltung, ohne den abweichenden Meinungen anderer Autoren gerecht zu werden. Überflüssig ist der Abschnitt IV: „Die Stellung der Insekten im Systeme der rezenten Organismen" mit spaltenlangen Aufzählungen von Pflanzen- und Tiergruppen. Ebenso gehört auch der folgende Abschnitt „Schlußbemerkungen", in dem sich Handlirsch darüber beschwert, daß seine Ansichten über die Stammesgeschichte der Insekten „von manchen Seiten eine geradezu schroffe Ablehnung erfahren haben" nicht in ein Handbuch der Entomologie hinein.

R. Heymons.

Lüscher, H., Photogrammetrie. Band 612 von „Aus Natur und Geisteswelt". 128 S. mit 78 Fig. im Text und auf 2 Tafeln. Leipzig und Berlin 1920, B. G. Teubner. — Kart. 2,80 M. und 100 % Teuerungszuschlag.

Die Methoden der Bildmessung, d. h. jenes Zweigs des Vermessungswesens, der sich mit der Auswertung photographisch gewonnener Zentralprojektionen zur Festlegung von Lage und Ausmaß eines Gegenstandes beschäftigt, haben in neuerer Zeit derart an Umfang und Bedeutung gewonnen, daß die gegenwärtige höchst anschauliche und klare Darstellung der Photogrammetrie allgemeinem Interesse begegnen wird. Besondere Beachtung werden ihr naturgemäß die Geodäten, Geographen, Architekten und alle anderen Praktiker entgegenbringen, die sich mit Objektausmessungen zu beschäftigen haben; dem Lehrer und Studierenden mathematisch-naturwissenschaftlicher Disziplinen zeigt sie ein wichtiges Anwendungsgebiet der Lehren der geometrischen Optik und der projektiven Geometrie. In 3 Abschnitten werden zunächst die grundlegenden Verfahren der einfachsten Photogrammetrie, dann mit größerer Ausführlichkeit die von Pulfrich begründete Stereophotogrammetrie oder Raumbildmessung und schließlich die namentlich durch den Weltkrieg geförderte Luftphotogrammetrie besprochen. Den durchweg elementaren geometrischen Betrachtungen liegen zahlreiche schematische Zeichnungen zugrunde.

A. Becker.

Auerbach, Felix, Moderne Magnetik. VIII und 304 S. 167 Abb. Leipzig 1921, Johann Ambrosius Barth. Geb. 55 M.

Das Buch ist aus der Mitarbeit an dem großen, von Graetz herausgegebenen Handbuche der Elektrizität und des Magnetismus hervorgegangen. Es wendet sich in erster Linie an Lehrer und Techniker, in zweiter an alle wißbegierigen Laien und stellt, in knappem Rahmen, ein in sich geschlossenes Abbild des gegenwärtigen Standes der Lehre vom Magnetismus dar. Unterstützt wird die Darstellung durch zahlreiche Figuren, teils graphische Darstellungen, teils Abbildungen von Apparaten und experimentellen Anordnungen.

Fricke.

Inhalt: H. J. Feuerborn, Das Problem der geschlechtlichen Zuchtwahl im Lichte neuer Beobachtungen. (1 Abb.) S. 1. — **Einzelberichte:** Correns, Versuche, bei Pflanzen das Geschlecht zu verschieben. S. 12. Lenard, Krauß, G. Alliata, C. Sola, Neues zur Relativitätstheorie. S. 13. E. Weitz, Freie Ammoniumradikale I. S. 14. — **Bücherbesprechungen:** Handbuch der Entomologie. S. 15. H. Lüscher, Photogrammetrie. S. 16. F. Auerbach, Moderne Magnetik. S. 16.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 8. Januar 1922. | Nummer 2.

Idiosynkrasie und Anaphylaxie.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. W. A. Collier.

Bei bestimmten Personen verursacht die Aufnahme einer Reihe von Nahrungsstoffen oder Genußmitteln besondere Erscheinungen, die man früher unter dem Namen der Idiosynkrasie zusammenzufassen versuchte. Diese Erscheinungen können in der verschiedensten Intensität auftreten, mitunter findet sich nur ein leichtes Unwohlsein, oft aber auch Zeichen einer mehr oder weniger heftigen Erkrankung, die sich unter Umständen längere Zeit hinziehen kann und in ein chronisches Stadium übergeht. So beobachtet man nach dem Genuß von Eiern, Milch, Krebsen, Krabben, Erdbeeren und anderen Nahrungsmitteln Ausschlag, Hautjucken, Geruch aus dem Munde, starke Verdauungsstörungen, Ekzeme, Erbrechen und verschieden starkes Fieber. Sogar Todesfälle sind beschrieben worden. Auch gegen bestimmte Heilmittel finden sich derartige Idiosynkrasien.

Eine Erklärung dieser sonderbaren Vorgänge fand sich erst, als die Lehre von der Anaphylaxie immer weiter ausgebaut wurde.

Die Anaphylaxie oder Überempfindlichkeit wurde von Behring entdeckt. Dieser aber maß ihr keinen allzugroßen Wert bei, und erst nach fast zehn Jahren beschäftigte sich Richet eingehender mit ihr. Von ihm stammt auch der Name.

Behring hatte beobachtet, daß Tiere, denen Diphtheriegift einverleibt worden war, auf den 1000sten bis 1000000sten Teil einer Giftmenge stark antworteten, die für ein normales Tier vollkommen unschädlich war. Die vorbehandelten Tiere also erkrankten heftig und starben sogar, während unvorbehandelte Tiere durch die gleiche Dosis überhaupt nicht berührt wurden. Durch die vorangegangene Behandlung mit Gift ist der tierische Körper gegen das betreffende Gift überempfindlich, anaphylaktisch geworden. Diese Giftüberempfindlichkeit unterscheidet sich nur scheinbar von der eigentlichen Anaphylaxie, die wir unten besprechen werden.

Eine Grundtatsache der „pathologischen Biologie", wie Much die Gesamtheit dieser Gebiete bezeichnet, ist die Beobachtung, daß im Organismus nach dem Überstehen von Infektionskrankheiten eine derartige Umstimmung eintritt, daß eine neue Infektion überhaupt nicht oder doch nur in geringerem Grade erfolgen kann. Es ist in dem Körper eine Veränderung aufgetreten, die man weder chemisch noch histologisch nachweisen kann, und die man als Immunität bezeichnet. Parallel zur Entstehung der Immunität findet sich das Auftreten von Antikörpern oder Antistoffen, die die verschiedenste Bedeutung haben können, die man aber auf keinen Fall mit der Immunität identifizieren darf, wenngleich es in der Literatur häufig genug geschehen ist.

Die Anaphylaxie oder Überempfindlichkeit stellt den Gegensatz der Immunität (=Prophylaxie) dar. Sie ist keineswegs eine Ausnahme, sondern vielmehr etwas durchaus Gesetzmäßiges und Regelmäßiges. Die engsten Beziehungen verknüpfen sie mit der Immunität.

Das Wesen der Anaphylaxie läßt sich am besten bei der Eiweißanaphylaxie und hier besonders an der Serumüberempfindlichkeit beobachten. Wenn man einem Meerschweinchen ein artfremdes Serum, beispielsweise Katzenserum, einspritzt, so verträgt es dieses ohne jede Reaktion. Wird jedoch nach einiger Zeit die Einspritzung mit dem gleichen Serum wiederholt, so treten die heftigsten Reizerscheinungen auf, die vor allen Dingen außerordentlich plötzlich einsetzen. Es genügt in diesem Falle, die allergeringste Menge des Serums zur Einspritzung zu verwenden, so wirkt schon 0,001 g Pferdeeiweiß unbedingt tödlich (von Eiereiweiß genügt bereits 0,0001 g).

Die Reizerscheinungen bestehen in der Regel aus Krämpfen und Atemnot und können zu einem schockartigen Ende führen, das man den anaphylaktischen Schock nennt. Während dieses treten die heftigsten Veränderungen des Blutes ein: Das Fibrinferment, Fibrinogen und die Gerinnbarkeit des Blutes nimmt stark ab, und eine Leukozytenarmut setzt ein.

Die Tiere gehen nach wenigen Augenblicken an Erstickung ein und zeigen bei der nachfolgenden Sektion aufgeblähte und starre Lungen, die durch Krämpfe der Bronchialmuskulatur hervorgerufen sind. Mitunter jedoch geht die Atemnot vorüber und schon nach ganz kurzer Zeit sind die Versuchstiere genau ebenso munter und frisch wie vorher. Wird nach der Genesung die Injektion wiederholt, so tritt keinerlei Schädigung ein, die Tiere sind gegen die Überempfindlichkeit geschützt, sie sind antianaphylaktisch geworden.

Zum Eintritt der Anaphylaxie sind die verschiedensten Faktoren notwendig. So die vorbereitende Injektion oder die Sensibilisierung, die Dosis, die Dauer der Inkubationszeit oder das präanaphylaktische Stadium, die Art und Größe der zweiten Dosis, die Tierart usw.

Die Sensibilisierung erfolgt in der Regel parenteral, also unter Ausschaltung des Verdauungskanals, am meisten wählt man die subkutane Injektion. Aber auch durch Verfütterung läßt sich unter

Umständen leicht Anaphylaxie erzeugen, wenn auch hier die Ergebnisse nicht so regelmäßig und prägnant sind wie bei der parenteralen Einverleibung. Immerhin gelingt es leicht durch Verfüttern tierischen Eiweißes in größeren Mengen an Pflanzenfresser, bei diesen die Symptome der Überempfindlichkeit hervorzurufen. Unter Umständen können also die Schleimhäute in unverletztem Zustande bei bestimmten Versuchsbedingungen Stoffe passieren lassen, die Anaphylaxie hervorrufen. Aus diesem Grunde muß sie also auch durch Einatmung zu erzeugen sein, und in der Tat kann man beobachten, daß Meerschweinchen, die längere Zeit in Pferdeställen gehalten werden, gegen Pferdeeiweis anaphylaktisch geworden sind. Bekannt ist auch die Tatsache, daß bei Asthmatikern starke Anfälle ausgelöst werden können, wenn sie Pferdeställe betreten haben. Es müssen also in den Ställen kolloide Pferdeeiweißsubstanzen in der Luft schweben, die durch die Schleimhäute der Atmungsorgane ins Blut gelangen und dort die Anaphylaxie hervorrufen können. Auch das Heufieber ist eine Krankheit, die auf Überempfindlichkeit beruht und auf ähnliche Weise entsteht.

Wie schon oben bereits erwähnt, ist die Größe der Dosis von Wichtigkeit. Zur Sensibilisierung genügen bereits die allergeringsten Mengen, beispielsweise

0,01 mg Rinderserum
0,001 mg Pferdeserum
0,00005 mg Eiereiweiß im kristallisierten Zustand.

Für gewöhnlich verwendet man jedoch nicht diese kleinen Dosen, sondern wählt meistens 0,01 ccm Serum. Auch die wiederholte Verabfolgung geringerer Menge hat stets eine sehr gute Wirkung (Summierung).

Zum Zustandekommen einer regulären Anaphylaxie ist stets eine gewisse Inkubationszeit notwendig. Diese zeigt, daß auch hier die engsten Beziehungen zwischen Immunität und Anaphylaxie bestehen, wenn sich auch die gesamten Zusammenhänge zur Zeit nicht klar überblicken lassen. In diesem Punkte finden sich aber auch Verschiedenheiten. Denn während die Immunität um so später eintritt, je geringer die injizierte Menge ist, tritt beispielsweise beim Meerschweinchen die Überempfindlichkeit später ein, wenn man zu viel Pferdeserum zur Sensibilisierung benutzt.

Mit den Immunitätsreaktionen jedoch hat die Anaphylaxie einen sehr wichtigen Punkt gemeinsam, nämlich den, daß sie sich auch auf andere Tiere leicht übertragen läßt. Wird beispielsweise ein Hund gegen Rinderserum anaphylaktisch gemacht, diesem Tiere Blut entzogen, und das daraus gewonnene Serum einem anderen Hunde eingespritzt, so wird auch dieses neue Tier überempfindlich gegen Rinderserum, trotzdem es niemals früher auch nur eine Spur Rinderserum eingespritzt bekommen hat, es wird passiv anaphylaktisch. In Analogie mit den Erscheinungen der Immunität redet man hier also von einer aktiven und passiven Anaphylaktisierung.

Aus allem geht also mit Klarheit hervor, daß körperfremdes Serum, das bei einer einmaligen Injektion ohne jede Reaktion ertragen wurde, bei einer nochmaligen Einverleibung in denselben Organismus als Gift wirken kann. Fragen wir uns aber nun, was denn eigentlich der Hauptbestandteil des Serums ist, so müssen wir uns antworten, daß es sich zum größten Teil um Eiweißbestandteile handelt, und diese werden es jedenfalls sein, die die besonderen Symptome der Überempfindlichkeit hervorrufen. Und in der Tat lehrt die weitere Untersuchung, daß jedes körperfremde Eiweiß, daß unter Umgehung des Verdauungsweges einem Individuum einverleibt wird, in der Lage ist unter gegebenen Bedingungen Anaphylaxie hervorzurufen. Allerdings müssen wir betonen, daß auch durch körperfremde oder besser gesagt durch blutfremde Neutralfette und Lipoide eine starke Überempfindlichkeit eintreten kann, daß also jeder hochmolekulare Stoff, der normalerweise nicht im Blute vorhanden ist, fähig ist, Anaphylaxie eintreten zu lassen.

In fast allen Fällen aber handelt es sich um Eiweiße, wobei es gleichgültig ist, ob das Eiweiß wie im Serum ungeformt ist. Auch artfremde Zellen von Tieren oder Pflanzen, die als solche gar nicht giftig wirken, können die Überempfindlichkeit eintreten lassen. So auch die Bakterien. Auf diese Weise läßt es sich verstehen, daß Bakterien, die an und für sich dem Körper gegenüber völlig indifferent sind und keinerlei Krankheitserscheinungen auftreten lassen, doch unter nicht klar erkennbaren Voraussetzungen plötzlich stark giftig wirken und vielleicht gar den Tod des Tieres hervorrufen können. Hier wirken die Bakterien als solche gar nicht giftig, sondern das Individuum ist nur gegen die fremden Zellen wie gegen jede beliebige andere überempfindlich geworden und erliegt nun dem anaphylaktischen Schock. Nach neueren Untersuchungen, vor allem durch Pfeiffer und Wolff-Eisner, hat sich ferner die interessante Tatsache gezeigt, daß sogar Zellen des eigenen Körpers, so Zellen der Leber, Niere, Hoden, Gehirn und Linse, eine starke Überempfindlichkeit eintreten lassen können, wenn sie in die Blutbahn gelangen. Aus diesem Grunde ist auch das oben Erwähnte leichter anzunehmen, daß zur Anaphylaktisierung alle normalerweise nicht im Blute vorhandenen Stoffe wirksam sein können, denn die erwähnten Zellen bedeuten ja nichts Artfremdes, wohl aber Blutfremdes, denn für gewöhnlich kommen derartige Zellen nicht in den Blutkreislauf hinein.

Eine vollkommen befriedigende Erklärung für die gesamten Phänomene der Anaphylaxie hat sich bisher noch nicht finden lassen, nur das eine ist bisher sicher, daß die allerengsten Zusammenhänge zwischen Immunität und Überempfindlichkeit bestehen. Da nun die Anaphylaxie meist etwas Schädliches und Ungünstiges darstellt, die Immu-

nität aber gerade das Gegenteil, so nennt v. Pirquet jede Änderung der Reaktionsart eines Organismus, die durch Einverleibung eines Antigens bewirkt wird, Allergie. Unter Algergie würde man also anders geartete Reaktionen verstehen, und diese könnte man einteilen in prophylaktische und -anaphylaktische. Welcher Art aber diese Zusammenhänge zwischen Immunität und Anaphylaxie sind, ist noch nicht geklärt.

Wenngleich auch diese Fragen zurzeit noch als ungelöst angesehen werden müssen, so ist dennoch die Lehre von der Anaphylaxie bereits von großer Wichtigkeit in der gesamten Biologie der Krankheiten geworden. Eine große Rolle scheint die Überempfindlichkeit bei den Pocken, den Masern, dem Scharlach, bei Tuberkulose, Syphilis und anderen Infektionskrankheiten zu spielen. Die Serumkrankheit, die ausschließlich durch Behandlung mit Seren entsteht, ist die typischste Anaphylaxie, auch die gesamten Idiosynkrasien und das oben erwähnte Heufieber. Bei allen hier erwähnten Krankheitsbildern handelt es sich um solche, die durch artfremde Stoffe erzeugt werden. Wie wir aber sahen, ist es auch möglich, daß körpereigene Zellen, die dem Blute fremd sind, Überempfindlichkeit erzeugen können. Dies tritt stets dann ein, wenn irgendwo im Körper eigene Zellen abgebaut werden, so unter anderm bei der Eklampsie. Hierbei dringen Zotten der Plazenta, die an sich ungiftig, dem Blute aber fremd sind, in den Kreislauf ein, und es kommt zu einer Immunkörperbildung. Bei einem erneuten Eindringen kommt es sodann zu einem plötzlichen, schnell einsetzenden Abbau, und die hierbei freiwerdenden Eiweißbausteine rufen die Erscheinungen der Eklampsie hervor. Auch die Urämie gehört hierher.

Die größte praktische Bedeutung jedoch gewann die Lehre von der Anaphylaxie durch die Tuberkulindiagnostik, die immer mehr an Ausdehnung gewinnt. Je nach der Anwendungsart und den Erscheinungen kann man folgende Einteilung vornehmen:

1. Allgemeinreaktion.
2. Herdreaktion.
3. Örtliche Reaktion.
   a) Hautprobe.
   b) Unterhautprobe.
   c) Quaddelprobe.
   d) Einreibungsprobe.
   e) Augenprobe.
   f) Ohrenprobe.

Es gibt zurzeit eine Anzahl der verschiedensten Tuberkuline, die aber im wesentlichen alle auf das von Robert Koch entdeckte Alttuberkulin zurückgehen. Dieses wird derart hergestellt, daß 4—6 Wochen alte Reinkulturen von Tuberkelbazillen, die auf 5 % Glyzerinbouillon gewachsen sind, filtriert werden, und daß das Filtrat durch Kochen auf $^1/_{10}$ des ursprünglichen Volumens eingedickt wird. Es ergibt sich eine sirupartige dunkelbraune Flüssigkeit, die unbegrenzt haltbar ist.

Wir wenden uns nun zu den einzelnen Reaktionen. Die Allgemeinreaktion besteht aus Unwohlsein, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, Übelkeit, Hustenreiz, Herzklopfen und vor allem aus Fieber. Dieses ist das konstanteste Symptom und gibt den Ausschlag bei der Auswertung der Probe. Sie ist selbstverständlich nicht anwendbar, wenn bereits Fieber besteht. Ist solches nicht vorhanden, so gibt man $^1/_2$ mg Tuberkulin unter die Haut. Tritt kein Fieber ein, so steigt man nach einiger Zeit anf 1 mg und weiter auf 5 und 10 mg. Eine Temperatursteigerung von 0,5° gilt bereits als positiver Ausfall.

Parallel zu dieser Allgemeinreaktion geht die Herdreaktion, die sich darin äußert, daß bei sichtbaren Herden, so bei Lupus, bei Iris- und Larynxtuberkulose entzündungsähnliche Vorgänge nachzuweisen sind. Auch in der tuberkulösen Lunge zeigen sich Herdreaktionen, die sich durch Auftreten von Rasseln, durch Steigerung pathologischer Auskultationsphänomene u. a. kundgeben. Häufig treten auch stärkere Brustschmerzen auf.

Viel wichtiger jedoch sind die örtlichen Reaktionen, da sie stets ein viel klareres Bild ergeben.

Die Hautprobe, die von v. Pirquet entdeckt wurde, besteht in folgendem: Im Abstande von etwa 10 cm bringt man auf die gereinigte Haut des Unterarms 2 Tropfen konzentriertes Alttuberkulin und ruft mittels eines Impfbohrers zuerst zwischen den beiden Tropfen und dann unter jedem derselben eine schwache Verletzung der Haut hervor. An allen diesen drei Stellen entsteht eine kleine Quaddel, die von einem rosa gefärbten Hof umgeben ist, bis nach einigen Stunden nur noch ein kleiner Schorf zurückbleibt, der rötlich umrandet ist. Von dieser „traumatischen Reaktion", die bei Nichttuberkulösen eintritt, unterscheidet sich die „spezifische" Reaktion dadurch, daß sie nur bei den mit Tuberkulin in Berührung gekommenen Stellen auftritt und daß eine rote Papel entsteht, die schnell größer wird und einen Durchmesser von 10—30 mm gewinnen kann. Nach 48 Stunden ist ein Maximum erreicht, und die Reaktion klingt allmählich ab, doch kann leicht eine Pigmentierung der Impfstelle zurückbleiben. Die Stichprobe wird in ähnlicher Weise ausgeführt, nur wird mit einem Impfbohrer bis in tiefere Hautschichten eingegangen.

Mendel und Mantoux haben zuerst die Quaddelprobe oder Intrakutanreaktion angewandt. Bei tuberkulös infizierten Individuen entstehen hierbei schon bei geringfügigen Verdünnungen stark entzündliche Infiltrate. Das Tuberkulin wird in 0,1 ccm Flüssigkeit in die straff gespannte Haut gespritzt, worauf sich eine Quaddel bildet, deren Größe man messen kann.

Dies Verfahren ist von Deyke und Much derart modifiziert worden, daß sie den Tuberkelbazillus in vier Partialantigene zerlegt haben. Diese Partialantigene sind aus dem Tuberkelbazillus durch Einwirkung von Milchsäure gewonnene Präparate, die getrennt benutzt werden

Die vier Partialantigene sind folgende:

1. Wasserlösliches Partigen (L.) = Reintuberkulin.
2. Rückstandspartigene (R.).
   a) Eiweiß (A.).
   b) Fettsäure + Lipoide (F.).
   c) Neutralfett + Fett- oder Wachsalkohol (N.).

Das wasserlösliche Partigen (L.) wird von Much und Deyke fortgelassen, da es nach ihrer Annahme die Immunisierung ungünstig beeinflußt, vielmehr wird mittels der Hautreaktion die lokale Immunität gegen die Rückstandspartigene einzeln geprüft, da sich wesentliche Unterschiede gegen die einzelnen Partigene erkennen lassen. Die Eiweißgruppe (A.) pflegt die stärkste Reaktion hervorzurufen, am schwächsten ist die Reaktionsfähigkeit gegen das Neutralfett. So pflegen zu reagieren

Eiweiß in Verdünnungen von 1 : 1 Mill.—1 : 10000 Mill.
Fettsäure in „ „ 1 : 1000—1 : 10 Mill.
Neutralfett in „ „ 1 : 1000—1 : 1 Mill.

Die Reaktionen bleiben verschieden lange Zeit sichtbar, so die der Neutralfette 3—4 Tage, der Fettsäuren 3—7 Tage und der Eiweiße 3—4 Tage. Abgelesen wird die Reaktion meistens am 3. Tage.

Eine andere Reaktion fanden Moro und Doganoff, die Salbenreaktion, bei der eine 50proz. Tuberkulin-Lanolinsalbe auf einer kleinen Stelle der Bauchhaut verrieben wird. Im positiven Falle kommt es zum Auftreten knötchenförmiger Efloreszenzen, bei denen man je nach Zahl und Größe verschiedene Grade des Ausfalls unterscheidet. Eine ähnliche Beobachtung machten Berger und Lignières, die bei perlsüchtigen Rindern konzentriertes Alttuberkulin auf die rasierte Bauchhaut brachten und dort verrieben.

Eine der wichtigsten Methoden zur Erkennung der Tuberkulose ist zweifellos die Ophthalmoreaktion oder die Augenprobe geworden. Diese Wolff-Eisnersche Augenprobe wird jetzt meistens folgendermaßen veranstaltet. Der Patient erhält zunächst einen Tropfen 2proz. Tuberkulins in das eine Auge geträufelt. Stets wird das Alttuberkulin der Höchster Farbwerke verwendet, da nur dieses einwandsfreie Resultate ergibt. Der Tropfen darf nicht sofort wieder ausgepreßt werden sondern muß direkt in den Bindehautsack gelangen. Schon nach etwa 12—24 Stunden tritt bei Tuberkulösen eine deutliche Reaktion auf, die von einer leichten Rötung der Innenseite des unteren Lides zu einer sehr starken Bindehautentzündung und anderen stärkeren Erscheinungen anwachsen kann. Fieber tritt nie auf, und die Reaktionen klingen sehr schnell wieder ab. Zur Kontrolle wird stets das andere Auge herangezogen, und man muß sich daher vorher vergewissern, daß in bezug auf Färbung keine Differenzen bei beiden Augen zu beobachten sind. Auch bei allen Augenkrankheiten darf diese Methode nicht Anwendung finden.

Gibt nun der Patient eine positive Reaktion, so handelt es sich in fast allen Fällen sicher um eine aktive Tuberkulose, will man jedoch ganz sicher gehen, so erhält der Kranke nach dem Verschwinden der ersten Symptome in das andere Auge zur Kontrolle noch einen Tropfen 1 proz. Alttuberkulin. Ist die erste Reaktion aber negativ, so gibt man meist in das andere Auge einen Tropfen 4 proz. Alttuberkulin, und wenn auch hier die Probe negativ war, so ist Tuberkulose mit der größten Sicherheit auszuschließen. An Stelle der Tuberkulinverdünnungen kann man sich vorteilhaft auch einer Tuberkulinsalbe bedienen.

Über die Ohrenprobe Tedeschis sind die Ansichten zur Zeit noch sehr geteilt.

In Analogie zu dem Alttuberkulin sind aus den Bazillen des Rotzes das Mallein und aus den Kulturen von Trichophyton (Erreger der Bartflechte) das Trichophytin hergestellt worden. Besonders das Mallein hat in der veterinärärztlichen Praxis eine große Bedeutung gewonnen. Auch die Luetinreaktion, die zur Erkennung der Spätformen der Syphilis Verwendung findet, beruht auf ähnlichem Prinzip. In allen Fällen handelt es sich um die Überempfindlichkeitsreaktion des Körpers, der gleichsam durch seine Krankheit mit dem spezifischen Gifte sensibilisiert worden ist.

Dadurch nun, daß man biologische Vorgänge, die dem Körper eigentlich schädlich und gefährlich sind, dazu verwendet, um Krankheiten zu erkennen, zeigt sich wieder einmal, wie der forschende Geist immer tiefer in die Natur einzudringen sucht und sich auch die gefährlichsten Mächte dienstbar macht, selbst wenn er sie und ihre Natur noch nicht genau kennt.

Wichtigste Literatur:

Friedberger, Die Anaphylaxie in: Kraus und Brugsch Handbuch der speziellen Path. und Therapie Bd. I. Berlin-Wien 1919.
Much, Pathologische Biologie. Leipzig 1920.
Richet, Die Anaphylaxie. Leipzig 1920.

Über Fragen der Aberration und Lichtausbreitung.[1])

[Nachdruck verboten.]

Von K. Vogtherr, München.

Der für die Physik des Äthers scheinbar unlösbare Widerspruch zwischen der Tatsache der Aberration und dem experimentell ermittelten Vorgang der Lichtausbreitung auf der Erdoberfläche hat bekanntlich eine revolutionäre Bewegung

[1]) Nachstehende Betrachtungen dienen als Ergänzung zu dem von mir in Nr. 27, 1921, dieser Zeitschrift veröffentlichten Aufsatze: „Über die kosmischen Bewegungen des Äthers". Die dort gegebene Darstellung ist dahin zu berichtigen, daß auf die angenommene Rotationsbewegung des Äthers ein Sonnen-

hervorgerufen, die ohne Scheu auch die bisher regierenden Häupter der physikalischen Begriffe für abgesetzt erklärt und immer mehr die Herrschaft über alle Gebiete der Physik an sich zu reißen sucht. Da jedoch die Relativitätstheorie, wie uns dünkt, trotz ihres glänzenden mathematischen Gewandes nicht frei von logischen oder erkenntnistheoretischen Mängeln ist, so kann der Gedanke nicht zur Ruhe kommen, daß auch auf Grundlage der bisherigen, Raum und Zeit betreffenden Prinzipien eine Lösung irgendwie möglich sein muß. Freilich wird sich die alles umwälzende Revolution wohl nur dann vermeiden und die Bewegung in geordnete Bahnen lenken lassen, wenn man sich rechtzeitig zu Konzessionen an die Erfordernisse einer neuen Zeit verstehen will, d. h. in den grundlegenden Anschauungen über das Wesen des Lichts den neuen Beobachtungen entsprechende Änderungen vornimmt.

Wir wollen im folgenden versuchen, aus den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen und daraus gewonnenen Anschauungen einige einfache Folgerungen hinsichtlich der Lichtausbreitung im bewegten Medium zu ziehen. Welche mathematischen Konsequenzen diese, wie uns scheint, naheliegenden und der Gesamtheit der Beobachtungen am ungezwungendsten Rechnung tragenden Schlüsse ergeben würden, muß allerdings zunächst unentschieden bleiben. Dabei wollen wir an der Vorstellung festhalten, daß das Licht auf wellenartiger Fortpflanzung von Schwingungen beruht,[1]) und dies erfordert mit logischer Notwendigkeit ein Medium, den Äther, da der leere Raum nicht in Schwingungen geraten kann. Daß der Äther existiert, geht aus dem bekannten Versuch von Sagnac hervor, dessen Ergebnis in zwei Abhandlungen veröffentlicht wurde, die die bezeichnenden Titel: „L'éther lumineux, démontré par l'effet du vent relatif d'éther" und „Sur la preuve de la réalité de l'éther lumineux" tragen (Compt. rend. **157**, 708 u. 1410, 1913).

In diesem Versuch zeigt sich nämlich ein Agens wirksam, das die Lichtgeschwindigkeit von der Bewegung der Lichtquelle unabhängig macht. Da andererseits der Michelsonversuch ergab, daß die Lichtgeschwindigkeit relativ zur Erde unabhängig von deren Bewegung im Raume ist, so folgt aus beiden Versuchen als die ungezwungenste Annahme die, daß Erde und Erdäther zusammen den gleichen oder nahezu gleichen Bewegungszustand haben, d. h. daß der Äther relativ zur Erde und Erdatmosphäre nahezu oder völlig ruht.

Dem scheint jedoch bekanntlich die Aberration zu widersprechen. Nun hat F. Hasenöhrl schon 1904 gezeigt, daß ein gewisser Kraftaufwand nötig ist, um die in einem Hohlraum eingeschlossene strahlende Energie in Bewegung zu setzen oder ihren Bewegungszustand zu ändern.[1]) Man hat daraus bekanntlich auf eine „scheinbare Masse" oder „scheinbare Trägheit" der strahlenden Energie geschlossen, wobei die Beziehung $M = \frac{E}{c^2}$ besteht. Sind diese Folgerungen richtig, so muß auch dem Lichtstrahl infolge der ihm innewohnenden Energie scheinbare Masse und Trägheit zukommen und er würde dadurch in mancher Beziehung ähnliche Eigenschaften erhalten, wie sie ihm die Emissionstheorie seinerzeit beilegte. Die Tatsache der Interferenz, der Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der Bewegung der Lichtquelle und die ohne Störung erfolgende gegenseitige Durchdringung der von den verschiedensten Punkten des Raums ausgehenden Lichtstrahlen nötigt jedoch unter allen Umständen, an der Wellennatur des Lichts festzuhalten. Die daraus sich ergebende Schwierigkeit erscheint jedoch nicht unüberwindbar, wenn man bedenkt, daß ja nur an den Stellen des Raums Masse sein kann, wo elektromagnetische Energie ist. Legt man die den elektromagnetischen Kräften innewohnende Polarität und Richtung auch der Masse im Äther bei, so daß „negative" und „positive" Lichtmasse, welche getrennt jede für sich träge Masse ist, wo sie in gleichem Betrage und in gleicher Richtung zusammentreffen, sich ebenso aufheben, wie die entgegengesetzt gerichteten dielektrischen und magnetischen Polarisationen im Äther, so lassen sich Emissions- und Undulationstheorie offenbar einander näher bringen. Wie Licht zu Licht gefügt unter Umständen Dunkelheit ergibt, so kann dann auch Masse zu Masse gefügt die Masse Null ergeben, wobei jedoch ebenso wie der Satz von der Erhaltung der Energie auch der von der Erhaltung der Masse gewahrt bleibt. Man darf daher erwarten, daß das Licht ungeachtet seiner Wellennatur sich in mancher Beziehung wie ein fortgeschleuderter Stoff verhält.

Stellen wir unter diesem Gesichtspunkt die Frage: wie verläuft ein Wellenzug, der aus ruhen-

system die Stokessche Aberrationstheorie nicht angewandt werden kann, denn diese erfordert eine Drehung der Wellenfront um den Aberrationswinkel, während eine solche Drehung für einen beispielsweise vom Pole der Ekliptik kommenden Lichtstrahl nicht erfolgen kann. Dieser würde vielmehr nahezu senkrecht durch parallel zueinander bewegte Ätherschichten dringen, welche in der Richtung des Lichtstrahls keine Drehung aufweisen. Die zitierten Äußerungen von Lodge beziehen sich entgegen dem Wortsinn, wie aus dem Zusammenhang seiner Darstellung hervorgeht, auf den als Ganzes gleichmäßig bewegten Äther, was bedauerlicherweise übersehen wurde. In folgendem soll versucht werden, die dort fehlende Aberrationserklärung zu geben.

[1]) Wir lassen hier die Lichtquantenhypothese zunächst unberücksichtigt, welche ja nicht notwendig der Wellentheorie widerspricht (vgl. P. Lenard: „Über Relativitätsprinzip, Äther usw." 1920, S. 27), jedoch zurzeit noch wenig geklärt erscheint.

[1]) Wien. Akad. **113**, 1039, 1904 und Starks Jahrb. **6**, 485, 1909. Die Vorstellung von einer Art Trägheit der Energie kann also auch unabhängig von den Gedankengängen der Relativitätstheorie gewonnen werden. Auch G. N. Lewis kommt zu einer Ableitung obiger Formel aus dem Strahlungsdruck, ohne auf die Relativitätstheorie Bezug zu nehmen (siehe Phil. Mag. **16**, 705, 1908).

dem in bewegten Äther eintritt, so ergibt sich eine doppelte Möglichkeit: der Wellenzug kann vom Äther sofort im vollen Betrage seiner Bewegung mitgenommen werden, wie es die Wellentheorie bisher annahm, er kann aber auch seiner Korpuskularnatur und der ihm innewohnenden Trägheit entsprechend seine geradlinige Fortpflanzung in Richtung und Geschwindigkeit wenn überhaupt, so erst allmählich dem Bewegungszustand des Äthers anpassen, wie es der Emissionstheorie entsprechen würde. Er verhält sich dann ähnlich wie ein sich aus eigener Kraft im Wasser bewegendes Torpedo, das in eine Strömung von geänderter Geschwindigkeit oder Richtung eintritt. Welche von beiden Möglichkeiten tatsächlich vorliegt, kann nur die Erfahrung lehren und die Beobachtung der Aberration lehrt, daß das letztere Verhalten stattfindet. Nehmen wir nämlich entsprechend den Experimenten an, daß der Äther in der Erdatmosphäre mitbewegt ist, und ferner, daß die Mitführung des Lichtstrahls durch den Äther in der kurzen zur Durchdringung der Erdatmosphäre benötigten Zeit (ca. $^1/_{1000}$ Sek.), zu geringfügig ist, um sich in einer Verkleinerung des Aberrationswinkels bemerkbar zu machen, so ergibt sich aus der Trägheit der strahlenden Energie die Aberration im bewegten Äther.

Im Lichtstrahl ist also mit Lichtgeschwindigkeit bewegte Masse vorhanden, aber Masse von anderer vielseitigerer Art, als sie uns von der gewöhnlichen Materie her bekannt ist, in welcher sie nach allen Richtungen die gleiche Eigenschaft hat. Denn die elektromagnetische und Lichtmasse im freien Äther besitzt ebenso wie die elektrischen und magnetischen Kräfte in ihm die Eigenschaft der Polarität und Richtung; nur dadurch verträgt sie sich ja mit der Undulationstheorie, indem sie die Ausbildung und den Verlauf der Wellen in keiner Weise stört und indem je nach der Energieverteilung im Raume entsprechend Masse vorhanden ist. Wegen der Wellennatur des Lichts kann also der bewegte Lichtstoff keine gewöhnliche Masse sein, welche sich stets in einfacher Weise addiert und dadurch eine ungestörte wechselseitige Durchdringung der Lichtstrahlen, Interferenz, Beugung und Polarisation unmöglich machen würde. Wenn nun der Lichtmasse Vorzeichen und Richtung zugesprochen werden müssen, ebenso wie den elektrischen und magnetischen Kräften, denen sie ihr Dasein verdankt, so bezieht sich dies zunächst nur darauf, daß die Lichtmasse als Masse im Äther sich nicht in einfacher Weise, sondern entsprechend ihren Vorzeichen und Richtungen in geometrischer Weise addiert; aber es ist eine naheliegende Annahme, daß sie dann überhaupt nur in bestimmten Richtungen vorhanden, d. h. als Widerstand gegen Bewegungsänderung wirksam ist. Nun zeigt sich in der Tat, daß wir gerade auf Grund dieser Vorstellungen einer Erklärung der Erscheinungen näher kommen können.

Wir machen zu diesem Zwecke, indem wir die Möglichkeit kosmischer Bewegungen des Äthers voraussetzen, folgende Annahme: Im Äther hat das Licht wohl in den Richtungen der Wellenebene Masse, also transversale Masse, wie die Aberration zeigt, in der Längsrichtung, d. h. in der Richtung der Wellennormale jedoch keine, oder nur dann Masse, wenn die Geschwindigkeit des Lichts relativ zum Äther, in dem es läuft, größer oder kleiner wird, als die gewöhnliche konstante Lichtgeschwindigkeit c, welche Licht in „ruhendem" Äther zeigt. In diesem Falle wird der Widerstand des Äthers gegen die Bewegung der Lichtmasse die Differenz allmählich ausgleichen und wieder konstantes c herstellen, wobei die longitudinale Masse zum Verschwinden gebracht wird. Diese Annahme einer fehlenden oder nur temporär vorhandenen longitudinalen Lichtmasse ist deshalb notwendig, weil ohne sie die Geschwindigkeit des Lichts bei seiner Bewegung durch den Äther entweder durch dessen Widerstand eine allmähliche Abnahme bis auf Null erführe, oder, wenn man keinen solchen Widerstand annimmt, dauernd unveränderlich bliebe, d. h. dauernd konstantes c relativ zu dem die Lichtquelle umgebenden Äther beibehielte, auch wenn das Licht in Äther von in der Fortpflanzungsrichtung verändertem Bewegungszustand übertritt. Letzterem widerspricht aber die Beobachtung an Doppelsternen, wenn man, wie wir es tun, als Folgerung aus dem Michelson- und dem Sagnacversuch annimmt, daß wie mit der Erde, so auch mit den Fixsternen der Äther der Umgebung oder der Atmosphäre mitbewegt sei. Es ergibt sich also die Möglichkeit, entweder überhaupt keine longitudinale, d. h. in der Fortpflanzungsrichtung vorhandene Lichtmasse anzunehmen, wobei dann in dieser Richtung die Lichtgeschwindigkeit relativ zum umgebenden Äther, auch bei Änderung der Bewegung desselben stets konstant bleibt, also mit der Bewegung des Äthers unmittelbar Schritt hält, oder eine nur zeitweilig auftretende longitudinale Lichtmasse, welche, sobald der Widerstand des Äthers die ihm gegenüber in der Fortpflanzungsrichtung vorhandene Relativbewegung der Polarisationen aufgehoben hat, mit dieser zugleich verschwindet.

Diese Eigenschaft der Lichtmasse, nur Masse in den Richtungen der Wellenebene zu sein (und nur unter bestimmten Umständen vielleicht auch in der Richtung der Wellennormale) gilt jedoch nur gegenüber dem Äther. Denn bei Spiegelung und Absorption erzeugt ja die Lichtmasse den Strahlungsdruck und wir müssen daher annehmen, daß sie sich beim Auftreffen auf gewöhnliche Materie wie gewöhnliche Masse verhält, d. h. nach allen Richtungen gleichen Widerstand gegen Bewegungsänderungen äußert.

Zu einer analogen Erklärung gelangt man, wenn man nicht die Eigenschaft der Lichtenergie, Masse zu sein als je nach der Orientierung zur Wellenebene verschieden ansieht, sondern dem Widerstand des Äthers gegen die Bewegung der Lichtmasse eine den Umständen entsprechende Verschiedenheit beilegt. Man kann dann etwa folgendermaßen argumentieren:

Auf die Frage: hat ein ruhender oder gleichförmig-geradlinig ohne Aufwand von Kräften oder Energieverbrauch bewegter Körper, Masse, solange er in dieser Bewegung beharrt? — können wir antworten: wir wissen es nicht, denn als Widerstand gegen Bewegungsänderung kann die Masse in diesem Falle nicht in Erscheinung treten. So wird auch die Masse des Lichts nur manifest als ein Widerstand gegen Bewegungsänderung desselben, welche von seiten des Äthers oder von festen Körpern beim Auftreffen auf diese verursacht wird. Dagegen tritt sie nicht in Erscheinung bei dem gleichmäßigen Fortschreiten der Lichtausbreitung in ruhendem oder gleichförmig bewegtem Äther (so wenig als die Masse eines ohne Einwirkung von Kräften gleichförmig-geradlinig bewegten Körpers), weil dies eine Ausbreitung ohne Widerstand, ohne Energieverbrauch, ohne innere Reibung ist.

Der Äther leistet also nur Widerstand gegen eine Bewegung des Lichts, welche als Folge von dessen Masse in Erscheinung tritt, d. h. gegen eine Bewegung, bei welcher Äther und Lichtwellen eine Relativbewegung gegeneinander bekommen; nicht aber gegen die gleichmäßige Ausbreitung des Lichts in ruhendem Äther, für welche kein Energieaufwand erforderlich ist. Anstatt also anzunehmen, daß in der Richtung der Wellennormale keine Lichtmasse vorhanden ist, kann man auch annehmen, daß kein Widerstand des Äthers gegen die Bewegung der Lichtmasse existiert. Sobald jedoch die Lichtmasse außer ihrer gewöhnlichen Geschwindigkeit c noch eine Relativgeschwindigkeit in beliebiger Richtung zum Äther bekommt, setzt mit dem Effektivwerden der Masse des Lichts auch der Widerstand des Äthers gegen diese (sit venia verbo!) abnorme Lichtbewegung ein, mit dem Erfolg sie nach Ablauf einer gewissen Zeit wieder zum Verschwinden zu bringen und wieder „normale" Verhältnisse herzustellen.

Endlich gibt es noch eine dritte Möglichkeit der Auffassung: Die beim „normalen" Vorgang der Lichtausbreitung im Äther ruhenden Polarisationen sind dasjenige, was im Äther Masse hat, also Widerstand gegen Bewegung besitzt, und sie sind es auch, deren Bewegung relativ zum Äther der Äther einen nach jeder Richtung vorhandenen, wenn auch sehr geringen Widerstand entgegensetzt. Für gewöhnlich ruht dann gegenüber dem Äther die Lichtmasse im Äther. Die Schwierigkeit liegt dann darin, wie diese Lichtmasse, die also für gewöhnlich gegenüber dem Äther gar nicht bewegte Masse ist, den Strahlungsdruck hervorrufen kann. Es bleibt dann zunächst die Paradoxie bestehen, daß sich die dem Äther gegenüber ruhende Lichtmasse der ponderablen Materie gegenüber als mit Lichtgeschwindigkeit bewegt verhält. — Die einfachste Annahme ist offenbar die: nur transversale Lichtmasse, welche sich bei Absorption und Spiegelung wie gewöhnliche verhält, und dabei kein Widerstand des Äthers gegen die Bewegung der Lichtmasse.

In der ersten und dritten der angeführten Auffassungsmöglichkeiten zeigt also die Lichtmasse gegenüber dem Äther andere Eigenschaften als gegenüber gewöhnlicher Materie. Im Falle zwei dagegen zeigt der Widerstand des Äthers gegen die Bewegung der Lichtmasse (welcher wegen der Doppelsternbeobachtungen angenommen werden muß) ein anderes Verhalten als der Widerstand gewönlicher Materie, z. B. eines Gases gegenüber der Bewegung gewöhnlicher Masse, z. B. starrer Körper; denn hat die Lichtmasse geringere Geschwindigkeit relativ zum Äther als c, so erfährt sie durch dessen Einfluß eine Beschleunigung, hat sie größere, eine Verzögerung, bis c hergestellt ist.

Wie es nun zugeht, daß die Lichtmasse sich gegenüber dem Äther ganz anders verhält als gegenüber gewöhnlicher Materie, oder auch der Äther gegenüber der Lichtmasse ganz anders als gewöhnliche Materie gegenüber gewöhnlicher Masse, bleibt freilich zunächst unerklärt; in der Annahme eines abweichenden Verhaltens liegt aber kein Widerspruch, sie hat im Gegenteil die Wahrscheinlichkeit auf ihrer Seite. Wir können sagen, ein gleiches Verhalten wäre höchst verwunderlich, ist doch Lichtmasse, wie wir sahen, etwas differenzierteres als gewöhnliche Masse und ebenso der Äther etwas von Grund aus anderes als gewöhnliche Materie.

Als Fazit aus diesen Erörterungen und als die nächstliegende Folgerung aus den vorliegenden Tatsachen ergibt sich folgendes: Ein auf gewöhnliche Weise im „ruhenden" Äther mit konstanter Geschwindigkeit laufendes Bündel paralleler Lichtstrahlen zeigt keine effektive, d. h. in Erscheinung tretende Masse, vulgo Trägheit. Diese tritt jedoch zutage, sobald das Strahlenbündel gezwungen werden soll die Richtung, evtl. auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Lichtbewegung zu ändern, sobald es also entweder auf gewöhnliche Materie auftrifft (Strahlungsdruck), oder der Äther sich ihm gegenüber zu bewegen beginnt, bzw. die Lichtstrahlen in Äther von abweichendem Bewegungszustand eintreten. In letzterem Falle tritt zum mindesten in transversaler, vielleicht auch in longitudinaler Richtung Masse und Trägheit in Erscheinung und dementsprechend wird Richtung und evtl. Geschwindigkeit erst allmählich dem geänderten Bewegungszustand des Mediums angeglichen, nicht momentan, wie es die reine Wellen-

theorie fordert.[1]) Die Masse der Lichtstrahlen wird solange effektiv bleiben, bis durch den Widerstand des bewegten Äthers die Geschwindigkeit relativ zu ihm wieder konstant und die Richtung der Strahlen relativ zu ihm wieder die gleiche geworden ist, wie vordem gegenüber dem ruhenden Äther.

Nun gibt es neben der Aberration noch eine zweite Beobachtung, die, vorausgesetzt daß sie richtig ist, zugunsten der Ansicht gedeutet werden kann, daß unter Umständen das Licht außer der Wellengeschwindigkeit noch eine seiner Trägheit zuzuschreibende Eigengeschwindigkeit relativ zum Äther haben kann. Es ist dies die A. Einstein zu verdankende Entdeckung der Lichtstrahlkrümmung im Gravitationsfeld der Sonne. Wir haben dazu nichts weiter als die Annahme nötig, daß die träge Masse des Lichtstrahls auch schwere Masse involviert. Unter dieser Annahme nämlich würde sich die Ablenkung des Lichtstrahls als eine Schwerewirkung erklären und sich ergeben, daß die sich der Sonne genügend nähernden Lichtwellen der Fixsterne in derem Gravitationsfeld eine quer zur Fortpflanzungsrichtung gerichtete Bewegung relativ zum Äther annehmen.[2]) Da die Annahme, daß der Äther selbst unter dem Einfluß der Gravitation in die Sonne stürze, unzulässig ist und ebenso für die Annahme, daß unter dem Einfluß der Gravitation eine dem Winkel der Ablenkung entsprechende Drehung der Wellenfront eintrete, kein Grund vorliegt, so bleibt tatsächlich nur die Vorstellung übrig, daß der Lichtstrahl, also die Lichtwellen gegen die Sonne fallen, während der Äther ruht (immer vorausgesetzt, daß die Beobachtungen richtig sind und die Ablenkung des Lichtstrahls tatsächlich mit der Gravitation in Beziehung steht). Gerät aber ein Lichtstrahl unter dem Einfluß der Schwerkraft relativ zum Äther in Bewegung, vermögen sich in diesem Falle die Lichtwellen transversal durch den Äther zu bewegen, so vermögen sie es offenbar auch unter dem Einfluß der Trägheit. Letzteres muß dann in Erscheinung treten, wenn der Lichtstrahl aus relativ zu ihm ruhenden in relativ zu ihm quer bewegten Äther eintritt. In beiden Fällen, sowohl bei der Aberration als bei der Schwereablenkung des Lichtstrahls, würde die Fortpflanzungsrichtung desselben relativ zum umgebenden Äther nicht mehr genau senkrecht zur Schwingungsebene stehen, sondern um die kleinen in Betracht kommenden Winkel davon abweichen.

Die Beobachtungen und Experimente, welche zur Aufstellung der Relativitätstheorie geführt haben, erklären sich in dieser Weise auch auf Grund der Vorstellung des mit der Erde bewegten Äthers. Der Fizeauversuch widerspricht dem nun nicht mehr, denn unter der Annahme auch longitudinaler Lichtmasse, wobei die Trägheit der Lichtenergie sich nicht nur quer zur Fortpflanzungsrichtung, sondern auch in dieser selbst bemerkbar machen wird, läßt sich vorstellen, daß im Fizeauversuch zwar Wasser und Luft wohl den Äther, jedoch dieser nicht in merkbarem Betrage das Licht mit sich führt.[1]) Mit Rücksicht auf den Versuch von Sagnac, bei dem die in der Umgebung der Lampe wenigstens zum Teil in Mitbewegung versetzte Luft keinen Einfluß auf die Interferenz zeigte,[2]) müßte man allerdings wohl die Einschränkung machen, daß zwar die große Masse der Erde den Äther in ihrer Bewegung vollständig mit sich führt, kleinere Massen an der Erdoberfläche jedoch nur in einem geringeren Betrage, der vielleicht sogar noch unter der Grenze der Wahrnehmung durch Interferenzversuche liegt. Es ist dies um so eher möglich, als ja nun der Äther eine Art Viskosität besitzen kann, ohne daß dem die Versuche von O. Lodge widersprechen, weil hier die Lichtquelle nicht mitbewegt war. Es ist aber auch zu erwägen, daß der Äther genau wie die Erde selbst eine kosmische Eigenbewegung besitzen kann und möglicherweise bis über die Neptunsbahn hinaus um die Sonne rotiert, mit der Geschwindigkeit, welche dem Newtonschen Gesetze entspricht.[3]) In diesem Falle müsste die Mitführung des Lichtstrahls durch den Äther außerordentlich gering sein oder gänzlich fehlen, um eine Erklärung der Aberration möglich zu machen. Verzichten wir auf longitudinale Lichtmasse, so kann auch bei einer derartigen Ätherbewegung eine Übereinstimmung mit den Doppelsternbeobachtungen leicht gefunden werden.[4]) Das Licht läuft dann bei der Emission zunächst relativ zum Stern, d. h. zum Sternäther, um nach einem relativ kurzen Intervall des Wechsels die konstante Geschwindigkeit relativ zum interstellaren Äther des Raums zu erlangen. Die relativ kurze Strecke,

[1]) Nimmt man nur transversale Masse an, so ist diese Angleichung, diese seitliche Mitführung des Lichts durch den bewegten Äther zur Erklärung nicht unbedingt notwendig.

[2]) Allerdings müßte dann für die Dauer der völligen Mitführung des Lichts durch den Äther ein größerer Wert angenommen werden, als wenn man die Aberration in der bewegten Erdatmosphäre allein berücksichtigt, da ja sonst die Erscheinung auf Erden nicht mehr beobachtbar wäre.

[1]) Dabei erfolgt eine dem Fresnelschen Mitführungskoeffizienten entsprechende Mitführung des Lichtes durch die an der Materie haftende elektromagnetische Energie (wie dies der herrschenden Theorie entspricht), nicht aber durch den mit der Materie bewegten Äther.

[2]) Es wäre wohl der Mühe wert zu untersuchen, ob der Äther in der Umgebung der Lichtquelle nicht durch geeignete Vorrichtungen (z. B. Bleimantel um die Lampe) in Mitbewegung versetzt werden könnte, und ob dann die Streifenverschiebung bei der Drehung des Apparates ausbleibt oder geringer wird.

[3]) Die Vorstellung eines mit den Planeten um die Sonne kreisenden Äthers findet sich übrigens schon bei Descartes (siehe Drude, Optik, III Aufl. S. 473.

[4]) Es ist auch die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß die Mitführung des Lichts durch den Äther in der Fortpflanzungsrichtung und senkrecht dazu nicht von gleichem Betrag ist, z. B. in ersterer stärker in Erscheinung tritt.

in der das Licht mit Lichtgeschwindigkeit relativ zum Stern lief, kann bei dessen ungeheurer Entfernung sich in Beobachtung und Rechnung natürlich nicht bemerkbar machen.[1])

Erhebliche Schwierigkeiten scheint allerdings die Vorstellung zu bereiten, daß die Geschwindigkeit des Mediums sich nicht stets zu der der Wellen nach dem Unabhängigkeitsprinzip addieren soll. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß im Falle des Lichts es sich nicht um mechanische Schwingungen des Mediums selbst, analog den Schallschwingungen in der Luft, sondern um die Schwingungen eines Zustandes im Medium handelt. Man muß sich also denken, daß dieser Zustand der magnetischen und dielektrischen Polarisationen im Äther neben der Wellengeschwindigkeit seiner Fortpflanzung noch eine Eigengeschwindigkeit relativ zum Äther besitzen kann, daß sich also unter Umständen, nämlich während der Übergangsstadien die Lichtgeschwindigkeit relativ zum Äther aus zwei Komponenten zusammensetzt. Die elektromagnetische Lichttheorie birgt in dieser Hinsicht jedenfalls Möglichkeiten in sich, die der früheren mechanischen nicht zukamen.

Auch die hier vorgetragene Auffassung verträgt sich mit dem Prinzip der Relativität der Bewegung. Man ist ja keineswegs gezwungen, sich den interstellaren Äther des Raumes als ruhend vorzustellen, er kann ebensogut in Strömungen begriffen sein, wie es sogar wahrscheinlich ist, denn in der Natur gilt der Satz: *πάντα ῥεῖ*. Für ein absolut ruhendes Bezugssystem und Absolutgeschwindigkeiten findet sich also in unserer Auffassung, wenigstens soweit es sich um Translationen handelt, kein Platz. Auch wenn der Michelsonversuch mit Sternenlicht positiv ausfallen sollte, so läge kein Anlaß vor, daraus auf eine Absolutgeschwindigkeit der Erde zu schließen; es ginge daraus nur hervor, daß zwischen Stern und Erde weite Gebiete des Äthers sein müssen, welche an der Erdbewegung nicht teilnehmen, wie dies ja auch selbstverständlich ist.

Unseren Ausführungen liegt also die Vorstellung zugrunde, daß Lichtmasse und Lichtäther sich nicht notwendig ausschließen, sondern daß beide (indem die Lichtmasse auf einem gewissen physikalischen Zustand des Äthers beruht) zugleich vorhanden sind und sich unter Umständen gegeneinander bewegen können. Eine Synthese der Undulations- und Emissionstheorie, für die die neue Auffassung der Masse den Weg gebahnt hat, wird, wie man hoffen darf, den in der Optik bewegter Körper und bewegten Äthers bisher vorhandenen Widerspruch beseitigen.

[1]) Die hier vorgetragene Auffassung zeigt zwar nicht im Ausgangspunkt und der theoretischen Grundlage, wohl aber im Ergebnis eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den neuen Anschauungen P. Lenards, welche in den Aufsätzen „Über Äther und Uräther" (Starks Jahrb. XVII, H. 4, S. 307) und „Fragen der Lichtgeschwindigkeit" (Astr. Nachr. 213, Nr. 5107) veröffentlicht wurden. Die Verwandtschaft zeigt sich darin, daß ein Lichtstrahl nach beiden Auffassungen mit annähernd gleicher aber an sich wechselnder Geschwindigkeit den Raum durcheilen würde. — Eine experimentelle Prüfung dieser Vorstellungen würde sich durch Anstellung des Michelsonversuchs mit dem Lichte der Himmelskörper, also Sonnen-, Mond-, Planeten- und Fixsternlicht (letztere evtl. unter Anwendung photographischer Methoden) ermöglichen lassen, wie dies für Fixsternlicht auch P. Lenard (l. c.) vorschlägt. Es ist zu erwarten, daß mit Licht, welches die Aberration zeigt, also senkrecht zur Bewegungsrichtung der Erde verlaufend von außerirdischen Lichtquellen kommt, der Michelsonversuch positiv ausfällt und, wenn man auch longitudinale Masse annimmt, ebenso mit Licht von Himmelskörpern, welches in der Bewegungsrichtung der Erde läuft. Nach Einstein und Lorentz wäre in beiden Fällen ein negatives Resultat zu erwarten, nach Lenard möglicherweise ein positives, jedoch nur mit Licht der Fixsterne, welches in der Bewegungsrichtung der Erde läuft.

Einzelberichte.

Der sogenannte Einsteinturm der Potsdamer Sternwarte.

Der Neubau ist, wie Freundlich auf der Potsdamer Astronomenversammlung mitteilte, ein Turmteleskop, dessen Errichtung durch schwedische Unterstützung möglich wurde, und dessen Zweck möglichst genaue Wellenlängenmessungen sowohl im Sonnenspektrum als auch in dem der Fixsterne sind. Durch diese Wellenlängenmessungen soll beigetragen werden zur Entscheidung der Frage, ob die Relativitätstheorie berufen ist an die Stelle der Newtonschen Mechanik zu treten. Mit der Herstellung des Beobachtungsinstruments, in erster Linie eines gewaltigen Cölostaten von $14^1/_2$ m Brennweite, ist die Firma Zeiß beauftragt, auf deren Rat man sich für ein von einem Steinbau umschlossenes Holzgerüst entschieden hat, das größere Sicherheit gegen Schwingungen zu gewähren verspricht wie ein eisernes Gerüst. Die vom Cölostaten in eine unveränderlich bleibende Richtung geleiteten Lichtstrahlen werden durch einen Spiegel rechtwinklig in einen unterirdischen Arbeitsraum mit unveränderlicher Temperatur geführt und sollen dort sowohl mit Hilfe eines Gitters, als auch durch einen Prismenspektrographen zerlegt werden. Vorläufig ist der Bau erst im Rohen fertig. Es steht zu erwarten, daß dieses neue Hilfsmittel der Forschung nicht nur dem oben angegebenen Hauptzweck dienen, sondern auch manche weitere Probleme der Spektralanalyse erheblich zu fördern gestatten wird. Kbr.

Basedowsche Krankheit und innere Sekretion.

Die von Möbius aufgestellte Theorie einer engen Beziehung zwischen Schilddrüse und Mor-

bus Basedowii („Die Basedowsche Krankheit ist eine Vergiftung des Körpers durch krankhafte Tätigkeit der Schilddrüse") bildet gegenwärtig die Grundlage für die operative Therapie, die in den meisten Fällen von Basedowscher Krankheit als erfolgreich bezeichnet werden kann. Seitdem man die Beziehungen der endokrinen Drüsen untereinander zu erforschen versucht, werden immer neue Argumente dafür erbracht, daß auch unter pathologischen Verhältnissen ein Zusammenarbeiten der Blutdrüsen stattfindet. So ist nach den Feststellungen verschiedener Forscher die Ursache der Basedowschen Krankheit nicht allein in einer Erkrankung oder Degeneration der Schilddrüse zu suchen, sondern es sind auch andere Drüsen mit innerer Sekretion mehr oder weniger an der Pathogenese beteiligt. An erster Stelle steht in dieser Beziehung der Thymus, aber auch Hypophysis, Nebenniere, Keimdrüsen, Epithelkörperchen und Bauchspeicheldrüse kommen in Betracht.

Auf Grund dieser erweiterten Theorie wirft P. Sudeck in einem Aufsatz über „die chirurgische Behandlung des Morbus Basedowii" (nach einem Vortrage im Ärztlichen Verein in Hamburg am 17. V. 1921)[1] die Frage auf, „ob und inwieweit die bisher übliche operative Therapie (die Schilddrüsenverkleinerung) durch Einbeziehung der Thymusdrüse erweitert werden muß". Sudeck teilt zunächst die Ergebnisse seiner Schilddrüsenoperationen mit. Die operativen Eingriffe waren graduell verschieden und gipfelten in der totalen Exstirpation der Schilddrüse (bei Anwendung der Substitutionstherapie). Die Ergebnisse bestätigten das Kochersche Gesetz, wonach die Heilung der Basedowschen Krankheit proportional der entfernten Schilddrüsenmasse verläuft. Von den nicht radikal operierten Patienten waren nämlich nur 53 %, von den radikal operierten dagegen 90 % und von den Totalexstirpierten sogar 100 % geheilt. Diese Resultate zeigen also offensichtlich, von welcher Bedeutung die Schilddrüse für die Entstehung des Morbus Basedowii ist. Damit steht auch die Bedeutung der Schilddrüsenoperation fest. So sagt Sudeck: „Es liegt deswegen keine Veranlassung vor, sich in der Indikationsstellung durch theoretische Erwägungen des pluriglandulären Charakters der Erkrankung nach der negativen Seite hin beeinflussen zu lassen." Um feststellen zu können, ob auch die Entfernung des Thymus zur Besserung der Basedowschen Krankheit beiträgt, exstirpierte Sudeck neben der Schilddrüsenoperation in einigen Fällen die Thymusdrüse. Er hat aber weder unmittelbar nach der Operation noch bei der Nachuntersuchung einen entscheidenden Unterschied von den Erfolgen der üblichen Methode nachweisen können. Aus diesem Grunde spricht er sich gegen eine grundsätzliche Änderung der Operationsmethode aus und hält die Thymektomie nur in Fällen, „bei denen die wesentlich mitbestimmende Einwirkung des Thymus diagnostisch erkannt und das Bedürfnis der Thymusentfernung festgestellt ist", für nötig. Ehe also die neuen Theorien, die neben der Schilddrüse den komplementären Drüsen eine Mitwirkung in bezug auf Morbus Basedowii zuschreiben, die Praxis irgendwie beeinflussen können, müssen sie durch vermehrte Kenntnis des Verhaltens einzelner Blutdrüsen wie des gesamten inkretorischen Drüsenkomplexes unter den Verhältnissen der Basedowkrankheit ergänzt und vertieft werden. Daß in vereinzelten Fällen die Thymektomie (auch ohne Schilddrüsenbehandlung) von Erfolg sein kann, ist von Garrè schon vor längerer Zeit erwiesen worden. Ferner kennen andere Forscher Fälle von Morbus Basedowii, die als rein thymogen zu bezeichnen sind (Hart, Klose). Sie fordern in der Praxis neben der Schilddrüsenbehandlung die Thymektomie, um vor allem die Fälle auszuschalten, bei denen nach der Schilddrüsenoperation plötzlich der Tod eintritt, den sie auf Thymusvergiftung zurückführen. Daß der Thymus von nicht geringer Bedeutung ist, wird durch die Tatsache bewiesen, daß „man in über $^3/_4$ der Fälle eine deutliche Vergrößerung des Thymus findet" (Leschke). Im Hinblick auf die Mitwirkung anderer Blutdrüsen kann man die Basedowsche Krankheit überhaupt als pluriglanduläre Erkrankung bezeichnen. Treffend ist die folgende Definition Leschkes: „Wir müssen die Basedowsche Krankheit als ein pluriglanduläres Syndrom ansehen, bei dem außerdem Zustandsänderungen des sympathischen Nervensystems eine wesentliche Rolle spielen" (Die Wechselwirkungen der Blutdrüsen bei der Basedowschen Krankheit, dem Diabetes mellitus und dem Verjüngungsproblem).[1]

Dresden. Gustav Zeuner.

[1] Deutsche Medizinische Wochenschrift, 47. Jahrgang, Nr. 41, 1921.

Thymusdrüse und Wachstum.

Einen interessanten Beitrag zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Thymusdrüse und Wachstum liefert B. Romeis in einer Abhandlung über die „Beeinflussung minder veranlagter, schwächlicher Tiere durch Thymusfütterung" (1. Teil der Experimentellen Studien zur Konstitutionslehre).[2] Die darin veröffentlichten Versuche sollen im folgenden kurz geschildert werden. Als Versuchstiere verwendete Romeis Rana-temporaria-Larven. Aus einer Aufzucht wählte er je 30 kräftige, schwächliche und stark zurückgebliebene Tiere aus und fütterte einen Teil der Larven aus jeder

[1] Wiener Medizinische Wochenschrift, 71. Jahrgang, Nr. 1, 1921. (S. auch mein Referat über „Pluriglanduläre Verjüngung" in der Naturw. Wochenschr. Nr. 42, 1921.)

[2] Münchener Medizinische Wochenschrift, 68. Jahrgang, Nr. 14. 1921.

Gruppe von Zeit zu Zeit neben der gewöhnlichen Nahrung mit einem Präparat von Thymussubstanz. Der Einfachheit halber sei die Gruppeneinteilung im folgenden angeführt:

Gruppe Ia: kräftige, normale Tiere; gewöhnliche Nahrung,
Gruppe Ib: desgleichen; Thymussubstanz,
Gruppe IIa: schwächliche Tiere; normale Nahrung,
Gruppe IIb: desgleichen; Thymussubstanz,
Gruppe IIIa: sehr schwächliche Tiere; normale Nahrung,
Gruppe IIIb: desgleichen; Thymussubstanz.

Die Tiere unter Ia und b hatten zu Beginn der Versuche eine durchschnittliche Länge von 18 mm, diejenigen unter IIa und b eine solche von etwa 14 mm und diejenigen unter IIIa und b von etwa 12 mm. Nach dreimaliger Fütterung mit Thymusextrakten innerhalb von 12 Tagen ergaben sich folgende Wachstumswerte (aus jeder Gruppe wurden die drei kleinsten und die drei größten Larven gemessen und aus deren Maßen der Durchschnittswert berechnet). Die Kontrolltiere unter Ia waren ca. 4,7 mm, diejenigen unter IIa 3,1 mm und diejenigen unter IIIa 2,3 mm gewachsen. Die mit Thymus behandelten Tiere der entsprechenden Gruppen waren dagegen 6,5 mm, 6,8 mm und 6,6 mm gewachsen. Relativ war also das Wachstum der schwächlichsten Larven am stärksten. Nach 10 Extraktfütterungen stellte Romeis fest, daß die mit Thymus gefütterten Tiere der Gruppe IIIb größer waren, als die normal kräftigen Larven unter Ia. Der günstige Einfluß des Thymusextraktes ist also deutlich zu erkennen. Interessant wäre es auch, einen gewissen Zusammenhang zwischen der inneren Sekretion des Thymus (auch anderer Blutdrüsen, vor allem der Keimdrüsen!) und der Neotenie der Larven zu erforschen.[1]) Romeis hat diese Frage in seiner Veröffentlichung nur kurz gestreift. Hoffentlich findet sie bei ähnlichen Gelegenheiten einmal eingehendere Berücksichtigung. Meiner Meinung nach kommen für die Neotenie der Amphibienlarven nicht nur äußere Lebensverhältnisse als Ursache in Betracht; in manchen Fällen wird die Konstitution eine nicht geringe Rolle spielen.

Gustav Zeuner.

Die chemische Natur der Graphitsäure.

Wenn Graphit durch Erhitzen mit Kaliumchlorat und Salpetersäure kräftig oxydiert wird, so entsteht ein unter dem Namen „Graphitsäure" bekannter Stoff mit sauern Eigenschaften. Die Konstitution dieses Stoffes war ungewiß, immerhin nahm man an, daß die für organische Säuren kennzeichnende Karboxylgruppe —COOH auch in der Graphitsäure vorhanden sei. Diese Auffassung der Säure als einer Substanz mit wohlgekennzeichneter Struktur wird durch Untersuchungen von Geo. A. Hulett und O. Nelson[1]) erschüttert.

Läge nämlich in der Graphitsäure eine wahre Karbonsäure vor, so müßte beim Entwässern der (stets feucht erhaltenen) Säure ein Punkt erreicht werden, wo alles adsorbierte Wasser oder auch das Kristallwasser verdampft ist und nur der in dem Säuremolekül selbst vorhandene Wasserstoff noch vorliegt. Auch diesen würde man entfernen und dann das Anhydrid der Säure gewinnen können; aber es bedürfte diese Maßnahme höchstwahrscheinlich einer anderen Energiemenge. In einem Knick in der Entwässerungskurve würde sich dieser Sachverhalt zu erkennen geben. Die Verff. fanden jedoch, daß bei der Entwässerung die Dampfdruckkurve ohne jeden Knickpunkt völlig stetig dem Nullpunkt zustrebt. Die Substanz verhält sich ganz so wie ein Kolloid, das an der Oberfläche Wasser adsorbiert hat und dieses naturgemäß stetig verdampfen läßt. In der Tat zeigt die Graphitsäure eine Oberflächenstruktur, die für Adsorptionen vorzüglich geeignet ist. Ihre durchsichtigen Tafeln bestehen aus einer großen Zahl äußerst dünner Täfelchen, besitzen also eine beträchtliche Oberfläche. Die Verff. erklären das Verhalten der Säure beim Entwässern auf Grund dieses Befundes nun mit einer neuen Auffassung der chemischen Natur der Graphitsäure.

Die Graphitsäure soll ein festes niedriges Oxyd des Kohlenstoffs, etwa C_3O oder $C_{11}O_4$, sein, das infolge seiner ungewöhnlich großen Oberfläche mit viel Adsorptionswasser bedeckt ist. Eine Anzahl von Literaturangaben soll diese Auffassung stützen. —

Berichterstatter möchte demgegenüber bemerken, daß das Oxyd als solches natürlich keiner sauern Betätigung fähig ist, sondern immer ein Anhydrid darstellt. Die Graphitsäure muß also zum mindesten zu einem kleinen, vielleicht völlig dissoziierten Betrage in der Adsorptionsverbindung vorliegen. Die Verhältnisse lägen alsdann so wie in wässerigen Lösungen des Kohlendioxyds, die ja auch die (hypothetische) Kohlensäure enthalten müssen. Man wird die Graphitsäure als ein festes Analogon hierzu betrachten dürfen. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß Selvig und Ratliff,[2]) die die Entwässerungsschwierigkeiten der Graphitsäure bestätigen, an deren Charakter als Karbonsäure festhalten, deren Kohlen- und Wasserstoff durch Verbrennung bestimmbar sei.

H. Heller.

Künstliche Beleuchtung zur Förderung der Kükenaufzucht.

In Nr. 9 der „Deutsch. landw. Geflügelzeitg." von 1921 teilt Cl. v. Thaden seine Erfahrungen

[1]) Ich erinnere an die Versuche von Hart (Berliner Klinische Wochenschrift 1917, Nr. 45).

[1]) Transactions of the Americ. Electr. Soc. 37, S. 103, 1921.

[2]) Ebenda 37, S. 121.

mit über den günstigen Einfluß der künstlichen Beleuchtung auf die Küken, indem möglichst intensive Beleuchtung der Kükenstallungen während der Nacht in Verbindung mit mehrmaligem Füttern sich als außerordentlich vorteilhaft erwiesen hat, die Küken schnell wachsen und körperlich gedeihen zu lassen. Der Verf. ist geneigt, den Strahlen der elektrischen Lichtquelle eine mithelfende Wirkung zuzuschreiben. Über nachteilige Nebenwirkung, wie Ausbildung eines nervösen Zustandes, mit dem bei der Jugend der Tiere durch die nächtliche Beleuchtung zu rechnen wäre, wird nichts erwähnt. Reuter.

Die Bewegung des Merkurperihels

nach den Arbeiten Newcombs betitelt Großmann in Astr. Nachr. Nr. 5115 einen Aufsatz, in dem er zeigt, wie Newcomb zu seinem bekannten Wert gekommen ist. Er gibt für den Unterschied von Theorie und Beobachtung für die Bewegung des Perihels im Jahrhundert 43″ an, mit einer Unsicherheit von 2″. Da nun Einstein aus der Relativitätstheorie fast genau denselben Wert ableitet, 42,89″, eine Übereinstimmung, die so auffallend ist, daß man geneigt ist, das Spiel des Zufalls für ausgeschlossen zu halten, und da Einstein hierin einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie sieht, so ist es wertvoll zu sehen, wie Newcomb zu diesem Wert gekommen ist. Merkur ist sehr schwer zu beobachten, nur bei Tage, in stets wechselnder Phase, und vor allem bei den Merkurdurchgängen spielen soviel Faktoren mit, daß die hieraus abgeleiteten Merkurörter mit starken Fehlern behaftet sind. Abweichungen, größer als 27 Sek., treten häufig auf. Schon Leverrier ist sehr mißtrauisch gegen die Beobachtungen gewesen. Ferner gibt die Art und Weise, wie Newcomb das Problem aufgefaßt hat, zu vielen Bedenken Anlaß. Druck- und Rechenfehler lassen sich nachweisen, die das Ergebnis beeinflußt haben. Mehrere Korrektionen von Elementen sind von vornherein = 0 gesetzt worden, ohne einen zureichenden Grund anzugeben. Die Ausgleichung der Bewegungen der 4 inneren Planeten ist nicht genügend gelungen, und Newcombs Mitteilungen darüber sind recht unklar und unbefriedigend. Gerade die hier wichtige Bestimmung der den Merkur störenden Venus ist in wenig zweckmäßiger und daher ungenügender Weise durchgeführt worden. Und Großmann kommt zu dem Schluß, daß in unserer Kenntnis der Merkurbewegung noch mancherlei Widersprüche vorhanden sind, die der Aufklärung bedürfen. Jedenfalls aber ist das eine sicher, daß der gesuchte Wert der Bewegung des Merkurperihels im Jahrhundert zwischen 28″ und 38″ liegt, das er also den von Einstein geforderten Wert von 43″ unter keinen Umständen erreicht. Es geht also nicht an, hier eine Stütze der Relativitätstheorie finden zu wollen. Riem.

Bücherbesprechungen.

Gehrcke, E., Physik und Erkenntnistheorie. 119 S. Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner.

Der Verf. ist nicht nur durch seine physikalischen Forschungen, sondern auch durch die energische und systematische Art, mit der er in den Kampf um die Grundprobleme der Physik eingegriffen hat, bereits in weiten Kreisen rühmlichst bekannt geworden. Hier betrachtet er nun vom Standpunkt des gesunden Menschenverstandes aus das Grenzgebiet zwischen Physik und Erkenntnistheorie. Das vortreffliche Büchlein will in erster Linie anregen; es stellt aber m. E den höchst bedeutsamen Versuch dar, in dem Chaos der modernen Physik wieder eine feste Ordnung hineinzubringen, und die vielen Grundbegriffe, Prinzipien und „Weltpostulate", die sich jetzt meist hinter einem mathematischen Schleier verbergen, einer gründlichen Kritik zugänglich zu machen. Im ersten Teile werden allgemeinere Begriffe, wie Wahrheit, Wahrnehmung, Naturgesetze, Kontinuum und Diskretum, konditionale und kausale Naturbeschreibung behandelt, im zweiten Teile wird Besonderes, wie Raum, Zeit, Bewegung, Energie, Kraft, Masse, Atome und Äther näher besprochen. Als Beispiel sei hier das Kapitel über Entropie kurz erwähnt. Unter der Herrschaft des Formalismus in der Physik hat man die Bedeutung des sog. zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie, der eine erhebliche Einschränkung des Energieprinzips darstellt, bedeutend übertrieben, so daß man ihn in populären Darstellungen bereits als ein neues Weltprinzip ausgibt, das allerdings nur für mathematisch geschulte Köpfe erfaßbar sein soll. Gehrcke weist auf den Streit (1876) zwischen Loschmidt und Boltzmann über den Geltungsbereich des Prinzips hin; der erstere behauptete, es sei möglich, mittels einzelner oder weniger Gasmoleküle Wärme von einem Körper mit niederer zu einem solchen mit höherer Temperatur überzuführen, der letztere wies durch Rechnung nach, daß bei sehr vielen, quasi unendlich vielen, Gasmolekülen ein solcher Übergang nicht möglich sei. „Für geringe Molekülzahlen gilt der zweite Hauptsatz so ungenau, daß er als praktisch ungültig anzusehen ist." Der zweite Hauptsatz sei also eigentlich gar kein Hauptsatz, sondern ein Nebensatz; er erstreckt sich überhaupt nur auf spezielle Erscheinungen der Wärme. Die neueren Arbeiten von Zermelo und von v. Smoluchowski (Naturforscherversammlung in Münster, 1912) werden nicht erwähnt, wohl weil sie besonders neue Gesichtspunkte nicht ergeben haben

Da der Entropiesatz sich nur auf die Wärmebewegung bezieht, bleibt natürlich auch die Frage offen, ob nicht noch unbekannte Energiebewegungen vorhanden sind, die dem bedrohlichen Wachsen der Entropie entgegenwirken. (Ich vermute, daß z. B. in der bisher wenig beachteten Schwerkraft eine solche Energiebewegung enthalten ist.) Man erkennt hier an einem Beispiele, wie umstritten noch vielfach die Geltung physikalischer Prinzipien ist, und wie gefährlich es ist, aus ihnen allzu weitgehende Schlüsse über das Schicksal der Welt zu ziehen; wie notwendig es aber auch ist, die beschränkte Bedeutung dieser Grundbegriffe sich möglichst klarzumachen und nicht nur gedankenlos mit ihnen zu rechnen.

Bemerkenswert sind auch Gehrckes Ausführungen über den Äther. „Auch der Äther ist für den Physiker kein denkökonomischer oder aus anderen formalen Gründen zu behandelnder Einfall, sondern entweder eine Tatsache oder nichts: gibt es wirklich einen Weltäther oder nicht? Welches sind seine wirklichen Eigenschaften? Das sind die wesentlichen Fragen, die zu beantworten Aufgabe der physikalischen Forschung ist." Weiter wird erwähnt „daß neuerdings der Äther wieder in Aufnahme gekommen ist, daß also der Triumph über diesen „phantastischen" und „überflüssigen" Rest aus der „alten" Physik offenbar verfrüht war." — Die Abwesenheit jedes komplizierteren mathematischen Rüstzeugs ist durch die Natur des behandelten Gegenstandes gegeben, der es mit Prinzipien, also mit etwas Einfachem zu tun hat. Mit Recht sagt der Verf.: „Komplizierte Prinzipien gibt es nicht." Allen, die sich mit physikalischen und erkenntnistheoretischen Fragen beschäftigen, sei das Büchlein dringend empfohlen.

Fricke.

Francé, R. H., Süd-Bayern. Junks Naturführer. Berlin (W. Junk) 1922. 423 S. Geb. 32 M.

Die „Naturführer", von denen in früheren Jahren bereits die Bändchen Tirol (1913), Riviera (1914), Schweiz (1921) erschienen sind, wollen als sehr dankenswerte Ergänzung zu den herkömmlichen Reiseführern in allgemeinverständlicher Form vor allem über die botanischen, zoologischen und geologischen Verhältnisse des betreffenden Landes unterrichten. Leider muß gesagt werden, daß das eben erschienene Bändchen „Süd-Bayern", das den vielschreibenden Francé zum Verfasser hat, sich wenig vorteilhaft von den bereits erschienenen unterscheidet. So groß die Verdienste sein mögen, die sich Francé durch sein „Leben der Pflanzen" und andere botanische Werke um die Popularisierung der Naturwissenschaften erworben hat und so sehr die Lebendigkeit seiner Darstellung zu loben ist, um einen „Naturführer" zu schreiben, dazu bedarf es gediegener Kenntnisse im systematischen Teil der Naturwissenschaften und solche besitzt m. E. Francé nicht, wie mir das angezeigte Buch deutlich beweist. Was er bringt, sind zum großen Teil Auszüge besonders aus den Werken von Sendtner (1854) und Gümbel (1894) und wenn der Verf. in der Einleitung behauptet, er habe „mehr als tausend Arbeiten über die Natur des voralpinen Bayerns durchforscht", so ist es um so verwunderlicher, wenn er ein so grundlegendes Werk wie Vollmanns Flora von Bayern (1914) nicht benutzt hat. Sonst wären ihm nicht die zahlreichen veralteten und falschen Angaben über die bayrische Flora unterlaufen. Z. B. kommt der Sumpf Porst (Ledum palustre), den Francé vom Gallerfilz am Starnbergersee angibt (S. 93), in ganz Bayern nicht vor, Euphrasia salisburgensis hat ihre Nordgrenze nicht bei München (S. 74), sondern findet sich noch im fränkischen Jura, Gentiana germanica ist keineswegs „eine seltenere Pflanze" (S. 54). Ein schlechtes Zeugnis als Pflanzenkenner stellt sich Francé aus, wenn er den bekannten Stechapfel (Datura Stramonium) in ganz Bayern nur (!!) am Lech bei Füssen vorkommen läßt. Eine Reihe Pflanzen, z. B. Trientalis europaea (S. 111), Cortusa Matthioli (S. 120), Marsilia quadrifolia (S. 330) führt der Verf. von Fundorten auf, wo sie längst verschwunden sind. All das hätte er vermeiden können, wenn er unter den „tausend Arbeiten" auch die Vollmannsche Flora zurate gezogen hätte. Bei den wiedergegebenen Pflanzenlisten macht es sich bemerkbar, daß der Verf. oft nicht zwischen allgemein verbreiteten und den charakteristischen Pflanzen unterscheiden kann. Wenn also Francé, der doch seiner ganzen bisherigen Arbeitsrichtung nach als Botaniker gelten will, schon im botanischen Teil soviel „Versehen" passieren, so darf man wohl vom zoologischen und geologischen nicht allzuviel Gutes hoffen. Mehr als mangelhaft sind die Literaturangaben, die doch gerade für den, der sich in der betreffenden Gegend näher orientieren will, recht wertvoll wären, ganz abgesehen von zahlreichen Druckfehlern, die auch gerade keine Zierde sind. Unter diesen Umständen glaube ich doch, daß es etwas überheblich ist, wenn Francé seinen „Naturführer" als einen gewissenhaften Versuch bezeichnet. Es mag zugegeben werden, daß es schwierig ist, einen guten, kritischen und zuverlässigen „Naturführer" zu schreiben, wenn man wie Francé Jahr für Jahr ein um das andere Werk — sei es nun über Botanik, Geologie oder „objektive" Philosophie — auf den Markt bringt. Wahlloses Exzerpieren genügt für einen „Naturführer" nicht, auch nicht die 600 Bergwanderungen und Streifzüge, die der Verf. gemacht hat. Das hat er wohl selbst eingesehen, wenn er sagt, daß sein Versuch vielleicht erst bei der „10. vermehrten und umgearbeiteten Auflage" das sein wird, was ihm als Ideal vorschwebte. Hoffentlich entschließt er sich aber bereits vor Herausgabe der zweiten Auflage seinen Führer gründlich durchzusehen und erfahrene Fachleute zu ersuchen, ihm dabei behilflich zu sein.

Marzell.

Haecker, V., Allgemeine Vererbungslehre. 3. umgearbeitete Aufl. 444 S. mit einem Titelbilde und 149 Figuren im Text. Braunschweig 1921, F. Vieweg u. Sohn. Brosch. 46 M.

Das Buch von Haecker, eines der wichtigsten, das wir auf dem Gebiete der Vererbungswissenschaft haben, bringt in der vorliegenden dritten Auflage mancherlei neues und trägt in allen Abschnitten den vielen in den letzten Jahren erzielten Fortschritten der Wissenschaft gewissenhaft Rechnung. Beibehalten wurde aber der bewährte Grundplan des Werks, und beibehalten namentlich auch die überall durchgeführte scharfe Unterscheidung zwischen gesicherten Ergebnissen und Hypothese. So ist der Leser in der Lage, überall ein klares Bild von dem gegenwärtigen Stande der Dinge zu gewinnen, er wird hingewiesen auf viele noch offene Fragen und Lücken in unserer Erkenntnis und unwillkürlich zum eigenen Nachdenken angeleitet, wozu noch die vielen kritischen Bemerkungen des Verfs. wesentlich beitragen. Eine zum Teil recht scharfe Kritik übt Haecker an der Chromosomenhypothese, die manchen bereits als festgefügtes Gebäude erschienen war. Gegenüber einer reinen Chromosomenhypothese der Vererbung wird eine Kernplasmahypothese derselben dargelegt. Nicht die Qualität der chromatischen Kernsubstanz allein, sondern auch das Wechselverhältnis zwischen Kernsubstanz und Zellplasma spielt bei den Differenzierungsvorgängen der Zellen eine wichtige Rolle, eine Anschauung, die sich auch den Ansichten anderer neuerer Forscher nähert. Viel gedankenreiches enthalten besonders die Kapitel 28 und 29. Im ersteren weist Haecker darauf hin, daß der auf der Grundlage der Mendelschen Regeln beruhende Weg der Eigenschaftsanalysen nicht der einzige ist. Auch eine rückläufige Eigenschaftsanalyse oder Phänogenetik ist möglich, die morphogenetisch und entwicklungsphysiologisch das Zustandekommen der Eigenschaften in tunlichst frühe Entwicklungsstadien zurückzuverfolgen sucht. Im folgenden Kapitel werden die Zusammenhänge zwischen Entwicklung und den verschiedenen Vererbungsmodi eingehend erörtert und eine entwicklungsgeschichtliche Vererbungsregel auseinandergesetzt. Nicht ganz glücklich wurde auf Seite 200 das Beispiel eines Bastards Capra hircus x Ovis aries gewählt, denn derartige Bastarde gibt es nicht. Bei dem Interesse, welches gegenwärtig der Vererbungswissenschaft entgegengebracht wird, ist das durch eine streng sachliche und überall klare Darstellungsweise ausgezeichnete Haeckersche Lehrbuch zweifellos sehr am Platze.

R. Heymons.

Volk, Prof. Karl G., Geologisches Wanderbuch. Eine Einführung in die Geologie an Bildern deutscher Charakterlandschaften. Teil I. 2. Aufl. 264 S., 201 Abb., 1 Taf. Teubners Naturwiss. Bibliothek H. 6. Berlin und Leipzig 1921. Geb. 36 M.

Das Werk, dessen 2. Teil gleichfalls bereits erschien, ist mit Recht verbreitet genug, um keiner langen Wiedergabe des Inhalts zu bedürfen. Es wendet sich an reifere Schüler, ist aber auch bei Studierenden wegen der wissenschaftlichen Zuverlässigkeit des Inhalts noch beliebt. Die ausgezeichnete Ausstattung, wobei besonders die Auswahl der Illustrationen Zustimmung verdient, trägt das Ihrige dazu bei. Sodann aber der warmherzige Anschluß an die deutsche Heimat, der frisch-fröhliche, gesunde Ton des begeisterten Wanderers, der seit jeher ein Geselle auch des Humors ist.

Eine Fülle von Wissensstoff in leicht zugänglicher, den Boden des Echtwissenschaftlichen nie ganz verlassender Zubereitung wird im Plaudertone dargebracht. Der Hauptwert aber liegt in der Methode: der Wissensstoff ist nur Stufe zur Bildung des ganzen Menschen, nicht Selbstzweck, der im „Überhören" mündet. Des jungen Menschen Seele soll empfänglich, ja durstig gemacht werden in bezug auf die Natur unserer schönen deutschen Landschaft und das, was sie dem zu sagen weiß, der ihre Sprache erlernte. Nicht totes Wissen, sondern Schauen, fröhlich Schauen, Trinken was die Wimper hält, darauf ist das ganze Buch abgestellt und solchen Jugendlehrern wollen wir dankbar sein!

Gegenüber der ersten bewährten Auflage konnten sich die Ergänzungen in bescheidenen Grenzen halten. Sie gehen auf Abrundung aus und halten an der induktiven Art der Einführung in Probleme von allgemeiner Bedeutung fest.

Hennig.

Wenz, Dr. W., Das Mainzer Becken und seine Randgebiete (zwischen Hunsrück, Taunus, Vogelsberg, Spessart, Odenwald). 350 S. mit 518 Abb., 41 Tafeln. Heidelberg 1921, Ehrig. Geh. 50 M., geb. 60 M.

Ders., Geologischer Exkursionsführer durch das Mainzer Becken und seine Randgebiete. 136 S. mit 30 Abb., 6 Tafeln. Ebenda 1921. Kart. 16 M.

Als offenbaren Niederschlag einer sehr liebevollen und langjährigen Beschäftigung mit einem in Kürze und vorübergehender Neigung nun einmal nicht zu bewältigenden Stoff bietet der Verf. in Anlehnung an eine Vortragsreihe eine eingehende Darstellung des Mainzer Beckens, wobei mit voller Absicht und mit gutem Recht das Schwergewicht auf das Tertiär gelegt ist. Nicht weniger als 59 Seiten umfaßt für dies historisch wichtige, zeitlich und räumlich aber enge Spezialgebiet der Aufzählung des Schrifttums und der Karten! Die Behandlung ist umfassend und klar, auch dem Nichtgeologen zugänglich. Besondere Sorgfalt ist auch auf die Veranschaulichung des Stoffes verwendet. Sämtliche Profile, Kärtchen, Fossilwiedergaben sind selbst gezeichnet (nur der

Dreikanter, Fig. 38, erscheint mißglückt). Besonders eine Reihe paläogeographischer Kärtchen müssen auch dem Fachmann willkommen sein. Außerordentlich eingehend sind die Fossillisten. Dem Sammlerliebhaber kommt das Werkchen vor allem entgegen, leitet ihn aber zugleich an, nicht Fossilien zu sammeln, wie man Briefmarken sammelt, sondern darüber hinaus den Zusammenhängen der Erscheinungen nachzugehen.

Der geologische Führer ist praktischerweise abgetrennt worden, um dort nicht den Umfang zu überlasten, selbst handlich zu bleiben. Alles ist auch im kleinsten praktisch angefaßt und jedem möglichen Bedürfnis in glücklichster Weise entsprochen. Zuverlässigkeit in allen Angaben steht bei dem Verf. außer Frage. E. Hennig.

Theimer, V., Praktische Astronomie, geographische Ortsbestimmungen und Zeitbestimmungen. Teubners Technische Leitfäden Bd. 13. 127 S. mit 62 Fig. Leipzig, Berlin 1921. Kart. 20 M.

Das Buch ist besonders den Bedürfnissen der Studierenden technischer Berufe angepaßt, die nur ein gewisses Kapitel der Astronomie sich aneignen wollen, und darum hier alles vollständig beisammen finden. Von den Grundbegriffen und der Ableitung der Keplerschen Gesetze ausgehend, werden die Koordinatensysteme und deren Umwandlung ineinander abgeleitet, dann die Korrektionen der Ablesungen der Kreise der Libellen, die Instrumentalfehler und die Einflüsse von Refraktion, Parallaxe und Radius der Gestirne, so daß nach Berücksichtigung dieser Größen die Bestimmung des Meridians und der Zeit nach verschiedenen Methoden stattfinden kann. Die so erhaltenen Ergebnisse werden dann zur geographischen Zeit- und Längenbestimmung verwendet, wie sie für geodätische und Vermessungszwecke notwendig ist. Die Beweisführung und Beschreibung der Methoden ist knapp und klar, das Werk ein willkommenes Handbuch für den beabsichtigten Zweck. Riem.

Planck, M., Vorlesungen über Thermodynamik. 6. Aufl. 292 S. mit 5 Fig. im Text. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. Geb. 45 M.

Das Plancksche Werk ist für das Studium der Thermodynamik bis heute von so fundamentaler Bedeutung, daß das Erscheinen dieser Neuauflage zweifellos starkem Bedürfnis entspricht. Es will die Theorie der Wärme nicht erschöpfend behandeln, sondern zeigen, in welchem Umfang die thermodynamische Kenntnis aus den Gebieten der Physik und physikalischen Chemie auf der rein energetischen Grundlage der beiden Hauptsätze entwickelt werden kann. Wo ihre Konsequenzen nicht ausreichen, wird das Nernstsche Wärmetheorem eingeführt. Molekularkinetische und quantentheoretische Betrachtungen aber bleiben ausgeschlossen. Unter den Ergänzungen, welche die neue Auflage erfahren hat, ist im wesentlichen eine Theorie der Gefrierpunktserniedrigung starker Elektrolyte und die Debyesche Zustandsgleichung fester Körper hervorzuheben. Hingewiesen sei noch besonders auf die bei größter Reichhaltigkeit des Inhalts durchweg klare, leichtfaßliche Darstellung, die lediglich Vertrautheit mit den Elementen der Physik und Chemie und der Differential- und Integralrechnung voraussetzt. A. Becker.

Ludewig, P., Radioaktivität. 317. Bändchen der „Sammlung Göschen". 133 Seiten mit 37 Abbildungen. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. Geh. 4,20 M.

Das vorliegende Bändchen ist als vortreffliche Einführung in das Erscheinungsgebiet der Radioaktivität und in eine Reihe damit zusammenhängender Fragen von allgemeinerer Bedeutung allen am Fortschritt der neueren physikalischen Forschung interessierten Lesern angelegentlich zu empfehlen. In kurzen Zügen gibt es zunächst einen klaren Einblick in die gegenwärtige Kenntnis vom Bau der Atome, dem Atomzerfall und der im periodischen System enthaltenen gesetzmäßigen Beziehungen der Elemente zueinander. Im folgenden wendet es sich dann den speziellen physikalischen Eigenschaften der radioaktiven Strahlen und den Grundlagen und der praktischen Ausführungsweise aller wesentlich in Betracht kommenden radioaktiven Messungen zu. Daß die Betrachtung hier nicht erschöpfend sein konnte, ist bei der Kürze der Darstellung selbstverständlich. Von besonderem Interesse ist das der Anwendung der radioaktiven Stoffe in der Medizin gewidmete Schlußkapitel. A. Becker.

Lehner, Alfons, Tafeln zum Bestimmen der Mineralien mittels äußerer Kennzeichen. 72 S. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. Walter de Gruyter u. Co. Preis geh. 10 M.

Die Tabellen geben in der üblichen Reihenfolge für metallisch glänzende und nichtmetallisch glänzende Mineralien von farbigem oder weißem Strich die notwendigen Daten zur Bestimmung. Soweit durch Proben festgestellt wurde, ist die gleiche Vollständigkeit wie in den bekannten Tabellen von Weisbach-Kolbeck nicht ganz erreicht worden. Auch die dort angenehm empfundene Hervorhebung seltener, häufigerer und sehr häufiger Mineralien durch verschieden starken Druck wäre zu empfehlen gewesen. Die bei den einzelnen Gruppen angehängten sehr spärlichen Angaben über zugehörige seltenere Mineralien sind für die Zwecke einer Bestimmung wertlos. Bei geringeren Ansprüchen an Vollständigkeit werden die Tabellen aber, zumal infolge ihres billigeren Preises, genügen können. Spangenberg.

Anregungen und Antworten.

Die Ameisenhöcker auf den Grettstadter Wiesen. Die Grettstadter Wiesen, jenes südlich von Schweinfurt zwischen Schwebheim und Sulzheim gelegene, in einer Ausdehnung von ungefähr 6 km Länge und 2,5 km Breite sich hinziehende Moorgebiet, gehören zu der dem Steigerwald vorgelagerten Senkung, die wahrscheinlich dadurch entstand, daß dieser Teil des schwäbisch-fränkischen Muschelkalkplateaus abbrach und in die Tiefe sank. So bildete sich zwischen dem Steigerwald und den Höhen nördlich des Mains ein weites Becken, dessen Wasser sich allmählich nach Westen und Südwesten einen Abfluß schafften. Durch das Wegspülen der Gips-, Mergel- und Kalkschichten bildeten sich flache Mulden, in denen das Wasser stehen blieb; kleine Seen, Sümpfe und Moore zeugen heute noch von diesen Vorgängen.

Von den Schichten der Triasformation, zu der Unterfranken gehört, ist es der Keuper, der an dem Aufbau der Gegend hauptsächlich beteiligt ist und zwar die Lettenkohle, deren gelbgrauer und gelbbrauner Dolomit am Unterspiesheimer Weg zurzeit wieder gebrochen wird, und der Gipskeuper, der ihm aufgelagert ist und besonders bei Sulzheim (Gipshügel und Gipsbruch) zutage tritt.

Die eigentliche Torfschicht ist meist überdeckt von einer 30—40 cm dicken Humuslage, unter welcher der Torf an manchen Stellen bis 2 m hinabreicht. Weiter nach unten folgen gewöhnlich starke Lagen eines feinen, mit Millionen kleiner Schneckenhäuser durchsetzten Sandes, durch den sich weißgraue Mergel- und Tonschichten ziehen, woraus sich das Stagnieren des Wassers zur Genüge erklärt.

Seit Jahrhunderten ist dieses Gebiet bei den Floristen Deutschlands als Fundstätte seltener Pflanzen bekannt. Nicht minder Interessantes bietet sie den Faunisten, und es wäre wohl an der Zeit, daß von diesen eine systematische Durchforschung der Gegend erfolgte.

Zu den augenfälligsten Erscheinungen auf dem Gebiet gehören die Ameisenhocker, die zwischen dem alten und neuen Unkenbachbett am östlichen Rande des Riedholzes sich finden in nächster Nähe jener Tümpel, die durch das Vorkommen verschiedener Charaarten und als Standort von Cladium mariscus bekannt sind, infolge der Regulierung des Unkenbachs jetzt aber austrocknen.

Auf dieser ungefähr 150 m langen, 130 m breiten, etwas höher als die Umgebung gelegenen und darum trockenen Stelle erheben sich Hunderte von ca. 30—40 cm hohen Ameisenhügeln, oft dicht beisammenstehend, manchmal auch $1^1/_2$—2 m voneinander entfernt.

Gebildet werden sie alle von staubfeinem, dunkelgefärbtem Sand; als Bewohner konnte ich ausschließlich Lasius flavus feststellen. Zahlreiche bleistift- und kleinfingerdicke Gänge durchziehen die Hügel, in denen ich bei meinem letzten Besuche anfangs September dieses Jahres neben ziemlich vielen Weibchen noch einige geflügelte Männchen und Eier, Nymphen und Puppen fand, letztere in geringer Anzahl.

An Bäumen erheben sich auf dem Platze nur eine fast armdicke Kiefer von etwas über 2 m Höhe und am Süd- und Westrande einige Birken und Eichen. (Das anstoßende Riedholz weist neben zahlreichen Sträuchern in der Hauptsache Kiefern und Eichen auf.) Zwischen den Hockern wachsen einige hundert Faulbaumsträucher (Frangula alnus) von verschiedener Höhe und Stärke, kleine Büsche unter 1 m und größere bis 2 m hoch.

An sonstigen Pflanzen stellte ich fest: Euphorbia Gerardiana, Reseda luteola, Ononis spinosa, Jasione montana, Galium boreale, Achillea millefolia, Scabiosa columbaria, Potentilla tormentilla.

Auf den Höckern selbst wachsen: Galium boreale, Galium verum, Asperula cynanchica, Campanula rotundifolia, Thymus serpyllum.

Leider ist auch dieses Gebiet — wie der Bestand der Grettstadter Wiesen überhaupt — durch die immer näher heranrückende Kultivierung bedroht. Jahr für Jahr werden neue Flächen dem Ackerbau dienstbar gemacht und durch die Tieferlegung und Regulierung des Unkenbachs wird die Zerstörung dieses in Franken einzigartigen Moorgebietes und seine Umwandlung in Wiesen- und Ackerland immer mehr beschleunigt. Oberlehrer A. Jackel, Schweinfurt.

Zu: Heikertingers Täuschende Ähnlichkeit mit Wespen und Bienen (Sphekoidie) in Nr. 41, 20. Jahrg. möchte ich folgendes bemerken: Es ist merkwürdig, wie verschieden doch die Untersuchungsergebnisse jeweilig ausfallen. Ich habe im August 1894 im Freien Versuche angestellt mit fast erwachsenen Kreuzspinnen (Araneus diadematus), denen ich Eristalis tenax, die große braune Schlammfliege, ins Netz warf. Die Versuchsspinnen waren sehr lebhaft und höchst gefräßig — sie standen dicht vor der Keife und waren einfach unersättlich. Sie fraßen an Fliegen und Schmetterlingen, was ihnen nur ins Netz kam, hungrig Tag und Nacht, und stürzten sich mit Leidenschaft auf ihre Beutetiere. Als ich einer Spinne aber eine Schlammfliege ins Netz gab, änderte sich ihr Benehmen beträchtlich. Sie stürzte zwar wie immer, so auch auf jetzt die Pseudobienendrohne los — aber kurz vor ihr stoppte sie, zuckte eine kleine Weile an den nächsten Netzfäden und stieß die Spitzen ihrer Vorderbeine nach der verdächtigen Beute. Erst dann begann sie in der Tat auch die Eristalis einzuwickeln, aber sehr respektvoll: mit hochgestellten Beinen und den Rumpf in Beinlänge, also etwa 1 cm Entfernung haltend, umspann sie mit einem breiten Gespinstband das gefährliche Kerl, wickelte es dicker ein als sie es mit anderer Beute machte; und dann erst brachte sie der Wehrlosen den ersten Biß bei. Ich habe das grausame Experiment — ich war damals sehr jung — an mehreren Tagen vielleicht ein dutzendmal wiederholt mit mehreren Spinnen — sie verhielten sich alle und immer gleich.

Nach meiner Meinung kann man diese Beobachtungen nur so deuten: Die Bienenähnlichkeit der Schlammfliege — ihr Aussehen, ihr Gebrumm, ihr ungebärdiges Rütteln im Netz — kam den Kreuzspinnen irgendwie zum Bewußtsein; sie zögerten beim Überfall, und eine mit voller Wucht in ein Spinnennetz prallende Eristalis würde voraussichtlich durch diese Bienenähnlichkeit und das Stutzen der Angreiferin Zeit gewinnen, sich aus dem Netz zu befreien.

Dagegen kann ich Herrn Heikertinger bestätigen, daß Wespen für Radspinnen gefährlich werden können. Unter einem Fenstersims an der Außenwand eines Hauses befand sich das Netz einer Meta merianae. Eine Arbeiterin von Vespa vulgaris, die die Hauswand nach Fliegen absuchte, geriet in das Netz hinein. Sie gebärdete sich sogleich wie rasend, strampelte und schnappte um sich und schnitt der unvorsichtig zufahrenden Spinne mit einem Biß 3 Beine und einen Taster ab. Einen Augenblick später war sie frei.

Ich habe die Eristalisbeobachtung seinerzeit veröffentlicht in der längst eingegangenen Zeitschrift „Natur und Haus", Jahrg. 1895; daher ist mir die Sache so gut in Erinnerung. D. Stadler (Lohr).

Inhalt: W. A. Collier, Idiosynkrasie und Anaphylaxie. S. 17. K. Vogtherr, Über Fragen der Aberration und Lichtausbreitung. S. 20. — **Einzelberichte:** Freundlich, Der sogenannte Einsteinturm der Potsdamer Sternwarte. S. 25. P. Sudeck, Basedowsche Krankheit und innere Sekretion. S. 25. B. Romeis, Thymusdrüse und Wachstum. S. 26. G. A. Hullet und O. Nelson, Die chemische Natur der Graphitsäure. S. 27. Cl. v. Thaden, Künstliche Beleuchtung zur Förderung der Kükenaufzucht. S. 27. Großmann, Die Bewegung des Merkurperihels. S. 28. — **Bücherbesprechungen** E. Gehrcke, Physik und Erkenntnistheorie. S. 28. K. H. France, Süd Bayern. S. 29. V. Haecker, Allgemeine Vererbungslehre. S. 30. K. G. Volk, Geologisches Wanderbuch. S. 30. W. Wenz, Das Mainzer Becken und seine Randgebirge. Ders, Geologischer Exkursionsführer durch das Mainzer Becken und seine Randgebiete. S. 30. V. Theimer, Praktische Astronomie, geographische Ortsbestimmungen und Zeitbestimmungen. S. 31. M. Planck, Vorlesungen über Thermodynamik. S. 31. P. Ludewig, Radioaktivität. S. 31. A. Lehner, Tafeln zum Bestimmen der Mineralien mittels äußerer Kennzeichen. S. 31. — **Anregungen und Antworten:** Die Ameisenhöcker auf den Grettstadter Wiesen. S. 32. Täuschende Ähnlichkeit mit Wespen und Bienen. S. 32.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 15. Januar 1922. | Nummer 3.

Zur Kenntnis des Dickenwachstums der Opuntien.

Von Karl Reiche.

[Nachdruck verboten.]

Mit 7 Textabbildungen.

Die Umgebung der Hauptstadt Mexicos ist reich an Kakteen und besonders an Opuntien, — nur daß leider die Unterscheidung, zumal der flachsprossigen Arten, noch große Schwierigkeiten bietet. Mit den Vorstudien zu meiner Vegetationsskizze der Hochebene von Mexico beschäftigt, wurde meine Aufmerksamkeit natürlich auch auf diese physiognomisch bedeutsame Gruppe gelenkt; und da in der mir zur Verfügung stehenden ziemlich reichhaltigen Literatur eingehendere Aufgaben über die nachträgliche Verdickung von Stämmen und Wurzeln dieser Kakteen fehlten, so habe ich versucht, einige Beobachtungen über diese mir interessant erscheinenden Verhältnisse anzustellen. Ich glaubte mich um so mehr dazu veranlaßt, als man in Europa wohl schwerlich dickstämmige, vielleicht hundertjährige *Opuntia*-Bäume, falls sie überhaupt existieren, dem Messer des Anatomen opfern würde. Neben *Opuntia* sollen gelegentlich auch andere Kakteen zum Vergleich herangezogen werden. —

Hinsichtlich der Methodik der Untersuchung schicke ich voraus, daß ich zur Feststellung der gröberen Anatomie von der Mazeration in Wasser einen weitgehenden Gebrauch gemacht habe. Man erhält auf diese Weise von den Holzkörpern der Stämme und Wurzeln sehr anschauliche, jedem Museum zur Zierde gereichende Skelette (vgl. Abb. 5). Dieses Verfahren war durch die zahlreichen ausgefaulten Stammstücke nahegelegt, welche man in der Steppe findet. Sofern es sich um Herstellung mikroskopischer Präparate handelt, ist es empfehlenswert, nur Material zu schneiden, welches gänzlich von Alkohol durchtränkt ist; sonst hat man, sobald man die Schnitte mit Wasser oder wässerigen Lösungen in Berührung bringt, von den unglaublichen Schleimmengen aller Gewebe mancherlei Unbequemlichkeiten zu leiden; übrigens scheinen die Opuntien weit reicher an Schleim als andere Kakteen. Schneidet man einen ausgewachsenen, aber noch nicht verholzten Flachsproß durch, so quillt eine beträchtliche Menge Schleim heraus; er wird aus den Schleimlücken in dicken, wurstförmigen Massen entleert, steht also unter einem gewaltigen, von dem umgebenden Parenchym ausgeübten Druck.

Das untersuchte Material läßt sich nach seinen Wuchsverhältnissen in drei Gruppen bringen: 1. niedrige, rasen- oder herdenweis wachsende Arten mit eiförmig-zylindrischen, weichen Körpern; Typus: *Opuntia tunicata* Lk. et Otto; 2. hochwüchsige Arten mit zylindrischen, deutlich verholzenden Stämmen; Typus: *O. imbricata* DC; 3. dickstämmige Bäume mit runder Krone, deren jüngere Sprosse flach sind; Typus: *O. tomentosa* S.-D. Von ihnen stehen in anatomischer Beziehung die beiden ersten einander näher als dem dritten.

Die nachfolgende Darstellung gliedert sich in drei Teile: zunächst ist die ursprüngliche Beschaffenheit und Lagerung der an der späteren Dickenzunahme beteiligten Gewebe zu verzeichnen; alsdann ist ihre durch das Dickenwachstum bedingte Veränderung zu schildern; daran sollen sich einige allgemeine Bemerkungen über den Aufbau des Skelettes der Kakteen schließen.

I. Der Bau des Stammes und der Wurzel von Opuntia vor dem Dickenwachstum.

A. Der Stamm. Als gemeinsamer Zug im inneren Aufbau ist festzustellen das Vorhandensein von stammeigenen, ein regelmäßiges Maschenwerk bildenden Gefäßbündeln und von unregelmäßig anastomosierenden Blattspursträngen, welch letztere von den Areolen zu den stammeigenen Bündeln sich erstrecken. In den jungen, noch zylindrischen und in den älteren, flachen Sprossen von *O. tomentosa* liegen die Blattspursysteme in der Ebene der stammeigenen Stränge; in den mit hervorragenden Warzen ausgestatteten Gliedern von *O. tunicata* und *O. imbricata* bildet die Gesamtheit der Blattspuren, welche zu einer Areole gehören, den Mantel eines schiefen Kegels, dessen etwas abgestumpfte Spitze in der Areole, dessen Basis am Innenrande der Masche des stammeigenen Systems gelegen ist, über welche jene areolentragende Warze sich erhebt (Abb. 1). An den Einschnürungen, welche die Glieder voneinander trennen, bilden die Bündel ein dichtes Geflecht; das ist selbstverständlich, insofern der Tochtersproß von einer räumlich sehr beschränkten Stelle des Muttersprosses seinen Ursprung nahm.

Abb. 1.
Stück des Holzkörpers von *Opuntia imbricata*, die Lage der Areolen und das Maschenwerk zeigend.

Betrachten wir zunächst a) die Arten mit zylindrischen Stämmen, so ergibt der Querschnitt

durch ein Glied, in der Höhe einer Areole ausgeführt, das folgende Bild: Die dicken, stammeigenen Stränge sind nach Dikotylenart in einen Kreis gestellt, während die dünnen, zahlreichen Blattspurstränge der in ihrer Areole getroffenen Warze parallel mit deren Umrißlinie angeordnet und, ihrer geneigten Richtung zufolge, ± schief durchschnitten sind. Die stammeigenen Bündel besitzen rindenwärts eine schwache Bastzellgruppe, dann Phloëm, Kambium und einen Xylemteil, der aus engen Schraubengefäßen und Vasalparenchym besteht; ihm schließen sich markwärts jene eigentümlichen, seit Schleiden bekannten, spindelförmigen Elemente an, welche dünne, unverholzte Membranen und ringförmige, stark nach der Mitte vorspringende (manchmal auch Schraubenbänder von $^1/_2$ bis 1 Umgang bildende) und schwach verholzte Verdickungsleisten besitzen, und in Anlehnung an den Schleidenschen Ausdruck „Spiralfaserzellen" hier als „Spiraltracheiden" bezeichnet werden mögen. Von der Seite betrachtet, sehen sie den zu Illuminationszwecken benutzten „chinesischen Papierlaternen" nicht unähnlich. Außerdem findet sich an den Seiten und dem ins Mark vorspringenden Ende des Xylems reichliches und typisches Collenchym, dessen weit nach dem Innern des Sprosses vorgeschobene Lagerung von dem sonstigen peripherischen Vorkommen dieses Gewebes abweicht. Die warzenständigen Blattspurstränge sind weit einfacher gebaut; sie entbehren zumal des Kambiums, der Spiraltracheiden und des Collenchyms.

b) Von den später flachsprossig werdenden Arten standen mehrere Keimlinge der *O. tomentosa* (oder einer verwandten Art) zur Verfügung. Ihre Keimblätter waren, beiläufig bemerkt, oft ungleich lang. Das hypokotyle Glied zeigt im Querschnitte einen merklich zentral gelegenen Strang, der sich aus 4, um ein schwach entwickeltes Mark gelegenen Bändeln aufbaut. Von ihnen gehen 2 in die Keimblätter ab, die anderen beiden verzweigen sich unmittelbar bei ihrem Eintritt in das Stämmchen. Dieses ist hier, und ganz allgemein bei den flachsprossigen Arten zylindrisch geformt und besitzt schwach hervorragende, areolentragende Warzen; die in einen Kreis gestellten Bündel enthalten im Xylem, neben den Schraubengefäßen, auch einige Spiraltracheiden, im Widerspruch zu den Literaturangaben,[1]) wonach sie den flachsprossigen Opuntien fehlen sollen. Das ist allerdings auch hier insofern richtig, als sie eben in der noch zylindrischen, jugendlichen Pflanze auftreten, aber bereits im nächstfolgenden, schon sich abflachenden Sprosse nicht mehr gebildet werden. Aus dem Vorstehenden erklärt sich die Tatsache, daß man gelegentlich in der Markkrone am Grunde älterer Stämme noch Spiraltracheiden findet. — Der Übergang vom zylindrischen zum flachen Sproß gibt sich durch den zunehmenden Horizontalabstand der in gleicher Höhe liegenden Areolen kund; er betrug beispielsweise im zylindrischen Teil 5 mm; aber 2 cm höher, im abgeflachten Teil, bereits 8 mm; und mit dieser äußerlich meßbaren Entfernung der Areolen geht im Innern eine Zunahme der Bündel Hand in Hand; einem Areolenabstand von 5 mm entsprechen auf dem Querschnitt 6, einem solchen von 9 mm aber 13 Bündel; diese Vermehrung ist bedingt durch die neu eingeschalteten Anastomosen. —

Die Oberfläche des Sprosses, der Schauplatz der späteren ausgiebigen Peridermentwicklung, wird bedeckt von einer einschichtigen Epidermis mit sehr stark verdickten Außenwänden; darauf folgt ein 1—2 Lagen mächtiges Hypoderm und alsdann die bekannte kristallführende Schicht, welche in ihrer Gesamtheit einen von kristallfreien Gewebestreifen unterbrochenen Steinmantel darstellt, der den Sproß umgibt. Die hier befindlichen Kristallaggregate weichen von den im Grundparenchym enthaltenen dadurch ab, daß sie nicht die geläufige Morgensternform haben, sondern radialgestreifte Kugeln (Sphärokristalle) mit glatter Oberfläche darstellen. Sie sind außerordentlich hart, so daß das Messer bei Anfertigen der Präparate knirscht; auch sind sie in Kalilauge und in Mineralsäuren so langsam zersetzbar, daß ich an ihrem Bestande aus Kalziumoxalat irre wurde und sie für Silikate zu halten geneigt war, bis ich beim Durchmustern älterer Präparate, die mit schwefelsäurehaltigem Anilinsulfat behandelt waren, den Zerfall jener Drusen in Gipsnadeln bemerkte. Unter jener kristallführenden Schicht breitet sich schließlich der Mantel aus unregelmäßigem Collenchym aus, der hier und da von den schlotartigen Kanälen senkrecht durchbrochen wird, welche die Spaltöffnungen mit dem Assimilationsgewebe in Verbindung setzen.

B. Die Wurzel. Die untersuchten Wurzeln sind von typischem Bau, mit reichlicher Entwicklung des Parenchyms. Das zentrale Gefäßbündel ist tetrarch bis hexarch. Spiraltracheiden wurden niemals beobachtet.

II. Nach dem Dickenwachstum.

Wie bereits von allen Autoren festgestellt ist, wird die Volumenzunahme der Stämme großenteils, wie bei fleischigen Pflanzen überhaupt, durch eine beträchtliche Vermehrung des (hier glykosereichen) Grundparenchyms bedingt. Von histologisch wesentlicherem Interesse ist das vom Kambium aus unternommene Dickenwachstum. Nach Schumann[1]) setzt dieser Vorgang erst nach Jahren ein: „bei den meisten Arten währt es sehr lange Zeit, ehe die gesonderten Stränge durch Interfaszikularbündel geschlossen werden und es zur Bildung eines zusammenhängenden Verdickungsringes kommt." Ich kann diese Meinung für die untersuchten Opuntien nicht be-

[1]) Solereder, H., System. Anat. der Dikotylen, S. 463.

[1]) Natürl. Pflanzenfam. III 6a, S. 105.

stätigen; die Schumannschen Angaben beziehen sich wohl auf das Verhalten kultivierter Exemplare, wie denn überhaupt den sorgfältigen Kakteenarbeiten dieses Verf.s (auch in der Systematik der Kakteen) ein Teil ihres Wertes durch die notgedrungene Beschränkung auf Gartenmaterial genommen wird. — Wie im vorigen Abschnitte, mögen zunächst *O. tunicata* und *O. imbricata* einerseits, und alsdann *O. tomentosa* andererseits betrachtet werden. Bei jenen ist folgendes Verhalten zu beobachten: Neben den stammeigenen, das mehrfach erwähnte Maschensystem bildenden Strängen entstehen im Grundparenchym neue, mit ihnen parallellaufende, bzw. mit ihnen anastomosierende Bündel, die mit jenen durch Interfaszikularkambium in Verbindung treten; damit wird zunächst ein in tangentialer Richtung verbreiterter Strangkomplex geschaffen, der alsdann, durch die kambiale Tätigkeit, auch in radialer Richtung verdickt wird. Für *O. tunicata* im besonderen gestalten sich die weiteren Verhältnisse folgendermaßen (Abb. 2): Das Kambium scheidet nach innen zu enge Schraubengefäße, weitere

Abb. 2. Querschnitt aus einem mehrjährigen Holzstrange von *O. tunicata*. Der Pfeil weist auf die Spiraltracheiden hin.

Netzgefäße (bzw. eine Übergangsform zwischen beiden, insofern sich die Schraubenbänder gabeln), Vasalparenchym und Spiraltracheiden ab, letztere zumal nach dem Marke hin. Zwischen den einzelnen, demselben Strang zugehörigen Bündeln bleiben breite, unverholzte Markstrahlen offen. Wie man sieht, ist der gesamte Strang von lockerer, und bei der Menge parenchymatischen Gewebes von weicher Beschaffenheit. Demgegenüber weist *O. imbricata* ein weit festeres Strangsystem auf (Abb. 3). Diese größere Festigkeit ist dadurch bedingt, daß das Kambium abscheidet 1. dickwandige, sehr stark verholzte, mit schiefen Spaltentüpfeln versehene Holzfasern; 2. kurzgliedrige, an Tracheiden erinnernde Gefäße mit eiförmiger Perforation und breiten, quergestellten Tüpfeln, mit allen Übergängen vom einfachen zum Hoftüpfel; diese Gefäße sind von verschiedener Weite; 3. spärliches Vasalparenchym und 4. Spiraltracheiden, diese wiederum nach dem Marke zu gelegen. Der Zusammenschluß zwischen den einzelnen Bündeln wird durch schmale und breite, verholzte oder streckenweis unverholzte Markstrahlen, deren Zellen stark getüpfelt sind, vermittelt. So entstehen im Querschnitt trapezförmige oder dreieckige Stränge von außerordentlicher, an Knochen erinnernder Härte und von 1,5—2 cm Dicke. Ihre Außenseite ist leicht längsgefurcht, weil die Markstrahlen nach außen

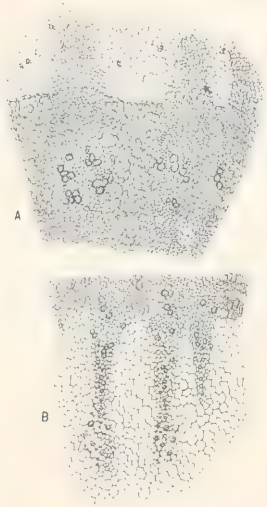


Abb. 3. Querschnitt aus einem älteren Skelettstrang von *O. imbricata*; A. nach der Rinde, B. nach dem Marke zu. In letzterer Figur sind am Innenrande des Stranges Spiraltracheiden und Collenchymfasern zu sehen.

weniger vorspringen, als die Holzteile; ihre Innenseite ist stark und unregelmäßig gebuchtet, weil die markwärts gelegenen Anteile der primitiven Bündel weit mehr vorspringen, als die sekundären Erzeugnisse des Kambiums. —

Die im Vorstehenden angeführten Gewebe sind in den Holzsträngen in einer vom Alter des Individuums und von der Jahreszeit abhängigen Weise verteilt. Nur in der Jugend gebildete und daher im erwachsenen Stamme ausschließlich in der Markkrone befindliche Elemente sind, wie im vorigen Abschnitte bereits ausgeführt wurde, die engen Schraubengefäße, Collenchymzellen und die Spiraltracheiden. Die Verteilung der übrigen

Elemente erfolgt in Abhängigkeit von der Jahreszeit, bedingt also die Entstehung der Zuwachszonen. Von ihnen wurden auf dem dreieckigen Querschnitt eines Holzstranges von 2 cm Dicke etwa 15—16 von verschiedener Deutlichkeit gezählt; doch kommt auch die Einschiebung breiter, tangentialer Parenchymstreifen vor, so daß lokal die Altersbestimmung eines Sprosses nach der Zahl der Jahresringe unsicher werden kann.[1]) Das Dickenwachstum beginnt Anfang Mai mit der Bildung weiter Gefäße, großer Markstrahlzellen, etwas Vasalparenchym und Libriform; und schließt im Dezember mit der Bildung von reichlichen, aber nicht tangential abgeflachten Nestern engerer Gefäße und kleineren Markstrahlzellen. Markstrahlen, welche die ganze Dicke des Holzstranges durchlaufen, scheint es nicht zu geben, sondern nur begrenzte Stücke verschiedener Länge, auf dem Querschnitte gemessen; und von verschiedener Höhe, auf dem Längsschnitte beobachtet; nach der Rinde zu vergrößert sich ihre Breite; auch ist deutlich zu sehen, daß diese Markstrahlstücke unter sich streckenweise seitlich zusammenhängen. Der Tangentialschnitt zeigt, wie die Libriformzellen und Gefäße bogenförmig um die unregelmäßig gestalteten und verschieden mächtigen Markstrahlinseln herumlaufen. —

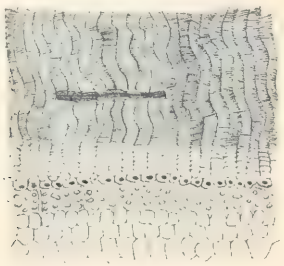


Abb. 4. Querschnitt durch das Periderm eines alten Stammes von *O. imbricata*.

Während nun die Dicke des Stammes durch Vergrößerung des Grundparenchyms und des Holzkörpers zunimmt, wird seine Außenfläche durch einen sich erweiternden Peridermmantel vergrößert (Abb. 4). Zu diesem Zwecke übernimmt jene oben erwähnte, zwischen Epidermis und Kristallschicht gelegene dünne Zellage die Verrichtung eines Phellogens, welches einseitig nur nach außen Peridermzellen abscheidet, dabei selbst aber mehr und mehr in die Tiefe gerät. Der gesamte Peridermmantel liegt demnach außerhalb der Kristall- und der unmittelbar an sie anschließenden Collenchymschicht, deren kaminartige Spaltöffnungskanäle selbst noch in alten Stämmen erhalten bleiben. Durch den zunehmenden Rindendruck werden die einzelnen Peridermzellen zusammengedrückt und ihre ursprünglich radialen Reihen unregelmäßig verbogen. Zwischen sie sind schmale, tangential verlaufende Züge parallelepipedischer, bis zum Schwinden des Lumens verdickter und stark verholzter Zellen eingeschaltet (Trennungsphelloide), längs deren die allmähliche Abstoßung der ältesten, äußersten Peridermlagen erfolgt. Da dies in dünnen Platten vor sich geht, macht die Rinde selbst alter, gelegentlich noch Reste der ursprünglichen Stachelbündel bewahrender, armstarker Stämme einen glatten Eindruck. — Besonders erwähnenswert erschien eine einmal beobachtete Abweichung in der Lokalisierung der Peridermbildung, insofern diese nicht, wie eben beschrieben, zwischen Epidermis und Kristallschicht, sondern unterhalb der Collenchymlage stattfand, so daß natürlich jene beiden Schichten im Laufe der Zeit nach außen abgestoßen werden müssen. Ich kenne keinen analogen Fall von zwei derartig verschiedenen Peridermbildungen innerhalb derselben Art.

Das Dickenwachstum der *O. tomentosa* und anderer, nicht sicher bestimmter, flachsprossiger Arten spielt sich in folgender, etwas abweichender, Weise ab. Zwischen den ursprünglichen, stammeigenen und den mit ihnen in einer Ebenen liegenden dünneren Blattspursträngen, bzw. deren Anastomosen wird bereits in den noch jugendlichen Sprossen ein Interfaszikularkambium angelegt; es tritt also das Dickenwachstum von anfang an im ganzen Umfang des Flachsprosses und in einer großen Anzahl von Bündeln in Tätigkeit, nicht bloß, wie im vorigen Falle, nur in den primären, stammeigenen Bündeln und deren nächster Umgebung. Damit ist aber das Verhalten der *O. tomentosa* und Verwandten auf das allgemeine Dikotylenschema zurückgeführt und die noch zu erwähnenden Eigentümlichkeiten betreffen nur histologische Einzelheiten. Die in Betracht kommenden Zellelemente sind unverholztes und verholztes Parenchym; Tüpfelgefäße in allen Übergängen zu Netz- und Treppengefäßen, wobei die Tüpfel oft leicht behöft sind; und stark verdicktes Libriform mit feinen, spaltenförmigen Tüpfeln. An Menge überwiegt das Parenchym, einmal als Vasalparenchym, und dann, und zwar ganz besonders, in Form von Markstrahlen, teils schwach verholzt und getüpfelt, teils unverholzte Inseln in jenen bildend. Alle diese parenchymatischen Elemente werden durch eine genügend lange Mazeration in Wasser zerstört. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf eine, an unserer hier in Mexico geläufigen, aus Eichenholz dargestellten Holzkohle zu machende Beobachtung hinweisen: auch in ihr ist das reichlich vorhandene Markstrahlgewebe durch das Glühen im Meiler zerstört, während die prosenchymatischen Elemente erhalten bleiben. Es weist dies ebenfalls auf eine geringere Widerstandskraft und somit auf eine

[1]) De Bary (vgl. Anatomie S. 518, 519) stellt das Vorhandensein von Jahresgrenzen in den Stämmen der Opuntien und der Kakteen überhaupt als unsicher hin.

andere chemische Beschaffenheit der Markstrahlen hin.[1]) — Um jenes oft mächtig entwickelte Strangparenchym laufen die aus Gefäßen und Libriform bestehenden Holzgruppen im Bogen herum, dergestalt, daß man auf Querschnitten durch den Opuntiastamm nur einige Holzpartien senkrecht zur Axe, die anderen aber + tangential durchschneidet, und die Lupenvergrößerung des Tangential- und Querschnittes ungefähr dasselbe Bild gibt. — Die Verteilung der verschiedenen anatomischen Elemente in ihrer Abhängigkeit von der Jahreszeit, d. h. die Bildung der Zuwachszonen, ist schwieriger festzustellen als in der *O. imbricata*-Gruppe. Zwar werden auch hier zu Beginn der Vegetationszeit weite Gefäße, umgeben von dünnwandigem Vasalparenchym; und später im Jahr, außer Gefäßen, Gruppen sehr dickwandigen Libriforms gebildet; aber der eben erwähnte schiefe Verlauf dieser Elemente, die Einschiebung der Markstrahlen bzw. Markflecken von wechselnder Breite macht die Verfolgung der Jahresgrenzen über größere Strecken unsicher. Da, wie gesagt, das Parenchym durch Mazeration leicht zerstört wird, so erhält man auf diesem Wege aus den Stammstücken ein System umeinander gelegter, maschiger Holzplatten von verschiedener Dicke, und von lokal wechselnder Menge und Weite der Maschen, wozu natürlich die Dicke der Holzstränge in umgekehrtem Verhältnisse steht. Streckenweise, d. h. auf der und jener Flanke, kommen auch fast massive Holzkörper vor, deren Ausbildung wohl örtlichen mechanischen Anforderungen der stockwerkartig übereinander stehenden Generationen von Flachsprossen und Ästen ihr Dasein verdankt. Bei dem unregelmäßig gewundenen Verlauf der Markstrahlen erklärt es sich außerdem, daß die Maschen der einen Platte durchaus nicht immer genau über denen der anderen liegen, so daß man durch dickere, aus mehreren Lagen bestehende Skelettstücke in der Richtung ihrer zerstörten Markstrahlen nicht hindurchsehen kann. Die Trennung der aufeinander liegenden Platten ist auf größere Strecken deshalb möglich, weil ihre prosenchymatischen Elemente in radialer Richtung mit Ausnahme der Knoten (d. h. in den Verbindungsstellen der aufeinander folgenden Flachsprossen) wenig in Verbindung stehen (Abb. 5 A, B). Während man durch Mazeration des Stammes von *O. imbricata* einen einzigen, aus dicken, maschenbildenden Holzsträngen bestehenden Skelettkörper erhält, ergeben sich aus dem *O. tomentosa*-Stamm (Abb. 5 C, D) mehrere, mit dem Alter des Baumes an Zahl zunehmende, verschieden dicke und konzentrisch umeinander gelegte Gitterplatten. Der Skelettkörper der *O. imbricata* macht mit dem regelmäßigen Maschensystem seiner Stränge einen eleganten, der von *O. tomentosa* mit seinen unregelmäßigen, lokal eng- oder weitporigen Gitterplatten einen klobigen Eindruck. Bei der Schwierigkeit, das Alter solcher Opuntiastämme aus den Jahresringen zu bestimmen, bleibt nur der Ausweg, durch Umfrage bei der Bevölkerung Auskunft zu erhalten. In einem Falle sollten etwa 1,6—1,7 m hohe Opuntiabäume gegen 30 Jahre alt sein; da es sich hier aber um einen durch Bewässerung und Düngung von der Steppe verschiedenen Standort handelte, so scheint mir diese Mitteilung nicht von besonderem Wert; immerhin gestattet sie vielleicht den Schluß, daß die höchsten, etwa 4—5 m erreichenden Opuntiabäume wohl hundert und mehr Jahre alt sein können. Beiläufig gesagt, fehlt es in der Steppe nicht an jungem Nachwuchs.

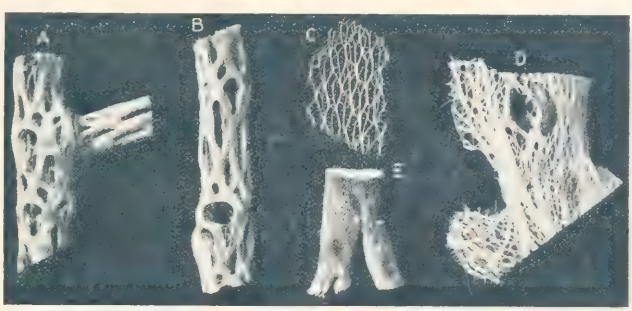


Abb. 5. Skelette von Stämmen und Wurzeln. A. von *O. imbricata*; der Pfeil bezeichnet die Anschwellung an der unteren Seite der Einfügung des Astes. B. *O. imbricata*; der Pfeil bezeichnet eine unregelmäßige Masche infolge von Fäulnis. C. *O. tomentosa*. Holzkörper des jungen Stammes. D. *O. tomentosa*. Holzkörper des alten Stammes. E. Holzkörper der Wurzel.

Die Korkentwicklung an der Oberfläche des Stammes geht im wesentlichen wie bei *O. imbricata* vonstatten. Auch hier sind die zwischen Epidermis und Kristallschicht eingeschobenen 1—2 Zellagen der Sitz der Korkbildung, deren Herd, indem die Abscheidung neuer Peridermzellen immer nur nach außen erfolgt, mehr und mehr nach dem Innern des Stammes zu verlegt wird. Während aber bei *O. imbricata* zwischen die Peridermschichten nur spärliche und jedenfalls dünne, verholzte Trennungsphelloide eingeschaltet werden, kommt es hier zur Entwicklung mehrfacher, mächtiger Holzplatten, gegen welche die

[1]) Auch in den als Braunkohle erhaltenen Dikotylenhölzern werden die parenchymatischen Teile vollständiger zersetzt als die faserigen (Gothan in Naturw. Wochenschr. Band 19, 1904, S. 574).

Entwicklung der sie trennenden, verkorkten Peridermlagen stark zurücktritt. So kommt eine derbe Schuppenborke zustande, auf deren rauher Oberfläche zahlreiche Flechten und epiphytische Tillandsien, zumal *T. recurvata*, sich ansiedeln. — Die tangentiale Spannung, welche die sich verdickenden Sprosse von *O. imbricata* und *O. tomentosa* erfahren, scheint keine bedeutende zu sein, da Längsschnitte, welche das Rindengewebe der lebenden Pflanze durchtrennen, zunächst nicht klaffen; späterhin treten die Wundränder natürlich auseinander, in dem Maße, als sie austrocknen.

Das Dickenwachstum der Wurzeln bietet wenig bemerkenswertes. Sie erreichen bei *O. imbricata* Daumenstärke, bei den hohen, flachsprossigen Opuntien die doppelte Dicke. Mit dem Holzkörper der Stämme stimmen sie im maschigen Bau überein, doch sind die Maschen hier viel enger, da ja hier jede Bezugnahme auf die Blattinsertionen wegfällt (Abb. 5 E). Der Bau des Holzkörpers wird von außen nach innen dichter, insofern die Markstrahlen mehr und mehr an Menge zurücktreten und ein zentrales Mark überhaupt nicht vorhanden ist. Als Transpirationsschutz der oberflächlich streichenden Wurzeln ist ein stark verholzter Peridermmantel vorhanden. Die Holzmasse besteht aus schief getüpfelten Libriformfasern und sehr zahlreichen, kurzgliederigen und weiten Gefäßen, mit allen Übergängen von Tüpfel- zu Netz- und Treppengefäßen; die Tüpfel sind deutlich behöft. Die Libriformfasern einer flachsprossigen Art, deren Wurzeln ich bereits durch Wind und Wetter mazeriert fand, waren sehr deutlich spiralig gestreift.

III. Allgemeine Bemerkungen über das Skelett der Kakteen.

In diesem letzten Abschnitte sollen einige allgemeine Erörterungen angestellt werden, die zu den vorstehenden Beschreibungen in Beziehung stehen.

Zunächst sei nochmals die Aufmerksamkeit auf das eigenartigste Bauelement des Kakteenstammes gelenkt, auf die Spiralstracheiden. Da sich für sie eine besondere Lebensaufgabe kaum wird feststellen lassen, so dürfen sie wohl als morphologisches Merkmal betrachtet werden, dessen Interesse sich noch dadurch erhöht, daß es unter den Opuntien nur den Jugendformen zukommt. Es lag nahe, nach einem anatomisch so ausgesprochenen Element (wenn ihm auch Übergänge zu Gefäßen mit Spiral- und Netzstruktur nicht fehlen) im weiteren Verwandtschaftskreise der Kakteen zu suchen; und die neuere Anschauung, diese doch recht isoliert im System stehende Familie mit den Centrospermen in eine wenn auch entfernte Beziehung zu bringen,[1]) gab für jene Nachforschungen einen Fingerzeig. Zwar zitiert Solereder[2]) diese spindelförmigen Tracheiden nur von den Kakteen; aber auf S. 129 des Hauptwerkes werden „zahlreiche, kurze, spindelförmig gestaltete Spiraltracheiden im Mark" von Anacampseros (einer zu den Portulacaceen und somit zu den Centrospermen gehörigen Gattung) hervorgehoben. Doch ist dieser Tatsache wohl keine Bedeutung für phylogenetische Erwägungen einzuräumen, da Anacampseros der südafrikanischen Flora angehört, die Kakteen dagegen fast ausschließlich amerikanisch sind, und die Entwicklung der betreffenden Florenreiche keine gemeinsamen Züge aufweist. —

Von allgemeinem Interesse ist weiter die beträchtliche Entwicklung des Markstrahlgewebes. Es wurde oben darauf hingewiesen, daß ein ursprünglicher, die fleischige Beschaffenheit der Kakteen bedingender Charakter in der mächtigen Entwicklung des Grundparenchyms beruht; dazu kommt nun noch als weiteres, von der Tätigkeit des Kambiums abhängendes Moment die starke Ausbildung des Markstrahlgewebes. Sie ist ebenfalls als ein ursprünglicher, morphologischer Charakter (wie bei den Protaceen usw.) aufzufassen, da er sich auch in den nicht fleischigen Peireskiastämmen findet und in anderen Kakteen bei Zunahme des Grundparenchyms auch seinerseits eine Weiterbildung erfährt.

Eine eingehendere Erörterung verlangt ferner das Skelettsystem der oben besprochenen Kakteen einmal in Rücksicht auf seine physiologischen Leistungen, und dann auf seine Beziehungen zu den anderen Gewebssystemen, die mit und neben ihm im Kakteenkörper vertreten sind. Dabei dürfte zunächst von Interesse sein, daß die geringste Entwicklung des Skelettes den niedrigsten, einzeln oder rasenförmig wachsenden Formen zukommt, die bei ihrer geringen Erhebung über den Boden nicht vom Winde gefaßt werden. Die innere Struktur von *O. tunicata* mag dafür als Beispiel dienen; ebenso verhält sich die zum Vergleich herangezogene *Mamillaria centricirrha*, bei deren Mazeration man überhaupt kein zusammenhängendes Skelett, sondern nur eine Menge regellos anastomosierender, dünner Bündel erhält, vergesellschaftet mit unzähligen gegliederten Milchröhren, zu deren Demonstration ein mazerierter Mamillariakörper geradezu empfohlen werden kann. Auch die weichen Stämmchen von *Echinocereus cinerascens* lassen beim Verfaulen kein Skelett, sondern nur die kartonpapierartige Hülle ihres Peridermmantels zurück. Das mechanische System des ebenfalls vergleichsweise untersuchten *Echinocactus corniger* besteht aus einem niedrigen, im Grunde des kugeligen Körpers gelegenen Holzzylinders, von welchem die Bündel zu den Areolen auslaufen. Weit mehr Gefahr, als vom Winde umgebrochen zu werden, laufen diese niedrigen Kakteen, von den Tritten der etwa über

[1]) Engler, A., Syllabus, 1912, S. 253.

[2]) Solereder, H., Syst. Anat. der Dikotylen. Nachtrags-Band S. 388.

sie hinwegschreitenden Tiere verletzt zu werden; aber bei *O. tunicata* bildet die furchtbare Bestachelung eine wirksame Abwehr, während die tangential der Oberfläche des Körpers angeschmiegten Stacheln von *Mamillaria centricirrha, M. elegans* usw. einen federnden Außenmantel darstellen. Die anderen, vorstehend genauer beschriebenen Opuntien sind hohe, stattliche Pflanzen. Die in ihrer regelmäßigen Verzweigung an eine Araucarie erinnernde *O. imbricata* erreicht 2 m Höhe bei 40 zu 45 cm Stammumfang über dem Boden. Ihr Innenskelett (Abb. 5 A, B) läßt sich einem zu einem Zylinder zusammengebogenen, weitmaschigen und dicksträngigen Drahtgitter vergleichen, dessen Biegungsfestigkeit noch durch die starre, wie aus steifem Karton gebaute Peridermhülle verstärkt wird. Da wo die rechtwinklig abstehenden Seitenäste abzweigen, ist das Skelett des Hauptstammes an der Unterseite stärker verdickt, als auf der Oberseite, um die Äste in ihrer horizontalen Richtung erhalten zu können (Abb. 5 A); und wenn die Regelmäßigkeit des Maschensystems durch einen der in den fleischigen Kakteen häufigen Fäulnisherde lokal zerstört ist, so suchen die Nachbarstränge durch veränderte Stärke und Richtung den Schaden im Sinne einer Erhaltung der Gesamtfestigkeit wieder gut zu machen (Abb. 5 B). Es erinnert dies an die Umlagerung der Knochenbälkchen im Halse unseres Oberschenkelknochens infolge von Verletzungen. — *O. tomentosa* und verwandte flachsprossige Arten sind reichästige Bäume mit runder Krone, die 4—5 m Höhe bei 1,75 m Stammumfang über dem Boden erreichen. Von Interesse ist der Wechsel der Querschnittsform ihrer Glieder mit dem Alter; wie bekannt, ist die Hauptaxe der jungen Pflanze zylindrisch, während die folgenden Auszweigungen flachsprossig werden. Aber mit vorschreitendem Alter nehmen die älteren Flachsprosse zunächst einen elliptischen, dann einen kreisförmigen Querschnitt an, und die anfänglich deutlich ausgesprochene Gliederung (durch die nach Spitze und Basis verschmälerte Gestalt der Flachsprosse bedingt) verliert sich allmählich infolge des Dickenwachstums, bis auf eine leichte, gürtelförmige Einschnürung. Wenn man nun im Auge behält, daß die Hunderte von nach allen Richtungen und unter allen Winkeln zum Horizont abstehenden flachen Glieder umfänglicher Opuntien dem Winde eine gewaltige Angriffsfläche darbieten, so ist mechanisch verständlich, daß die unteren Sprosse, welche sowohl auf Biegungs- als auch auf Säulenfestigkeit in Anspruch genommen werden, ihre abgeflachte Form durch die weniger flächenhafte zylinderische ersetzen. Wie man durch die Beobachtungen von Sachs und Goebel[1]) weiß, bedingt das Licht die flache Form der Sprosse; aber sein Einfluß wird mit zunehmendem Wachstum des Individuums durch die Ansprüche an Standfestigkeit zurückgedrängt, und die ursprüngliche, zylinderische Form wieder hergestellt. Die keilförmig in das Mark vorspringenden Holzteile setzen unter rechtem Winkel nach außen an, so daß an den schmalen Seiten der ellipsoidischen, in die Dicke wachsenden Sprosse von *O. tomentosa* Kurven entstehen, welche an Scharen konfokaler Parabeln erinnern und den Schmalseiten dieser Stämme besondere Festigkeit verleihen (Abb. 6). Bei heftigem Winde sieht man die Individuen von *O. imbricata*, wie Gerten, als Ganzes schwanken, während von den dicken Bäumen der *O. tomentosa* nur die jüngeren Auszweigungen in Bewegung gesetzt werden. — Ebenso wie bei *O. tunicata* werden auch bei den flachsprossigen Arten tief in den Holzkörper vordringende Fäulniswunden möglichst bald und wirksam geschlossen, und zwar durch dicht aufeinander folgende, stark verholzte Peridermlagen, die durch dünne Parenchymschichten voneinander getrennt sind; nach der Mazeration erscheinen sie als aus konzentrischen Schichten gebildete Gänge und Höhlen, welche Rindenparenchym und Holz durchsetzen. — Der Holzkörper von *Cereus marginatus* (Abb. 7), der nun noch zum Vergleiche herangezogen werden mag, ist ein geschlossener Zylinder; wenigstens sind die Maschen, in welche die Blattspurstränge einmünden, so eng und unbedeutend, daß sie nicht in Betracht kommen. Die Standfestigkeit der bis 7 m hohen Säulen, welche diese nicht oder wenig verzweigten Stämme (vom Volke „Orgelpfeifen" genannt) darbieten, trotzt den heftigsten Stürmen.

Abb. 6. Querschnitt eines in die Dicke wachsenden, zylindrisch werdenden Stammes von *O. tomentosa*. R. Rinde; M. Mark. Die (dunkel gehaltenen) Holzkörper der gegenüberliegenden Seiten bilden je einen Bogen.

Von der physiologischen Anatomie der Wurzeln ist nichts besonderes zu berichten; die Verlegung der festen Elemente nach dem Zentrum zu — Abnehmen der Markstrahlen, Fehlen des Markes

[1]) Goebel, K., Organographie 1898, S. 213.

— steht mit den Anforderungen an einen zugfesten Bau im Einklang. Das Skelett von *Cereus hamatus*, der mit seinen langen, schlaffen Zweigen hoch in die Bäume emporsteigt, braucht keinen biegungsfesten, sondern mehr zugfesten Bau; sein Holzkörper ist weit nach innen gelagert und, entsprechend den 4 stark vorspringenden Rippen des Stammes, in 4 durch Parenchym getrennte Einzelkörper zerlegt. Diese Zwischenstreifen aus Parenchym mögen wohl seitliche Verschiebungen der Holzkörper gestatten, wenn die Biegungen des kletternden Stammes sie nötig machen.

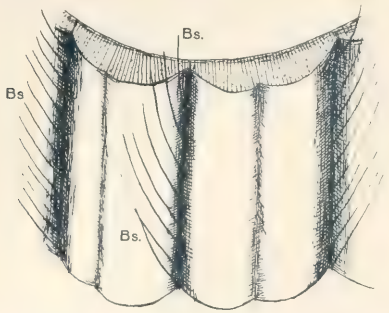


Abb. 7. Stück aus dem durch Mazeration isolierten Holzkörper von *Cereus marginatus*. Bs. die nach den in Orthostichen stehenden Areolen abgehenden Bündel (Blattspuren).

Schließlich mag das Skelett der Opuntien (und anderer, mit ihnen verglichener Kakteen) betrachtet werden in seinen Beziehungen zu den anderen Verrichtungen dienenden Geweben. Die bisherige Darstellung suchte seine Konstruktion aus mechanischen Prinzipien verständlich zu machen; im folgenden soll gezeigt werden, daß sein Auf- und Ausbau auch von anderen, zumal durch die gesamten Organisationsverhältnisse gegebenen und den Familiencharakter der Kakteen ausmachenden Verhältnissen abhängt. Als solche kommen in Betracht die fleischige Beschaffenheit der Sprosse, die weitgehende Unterdrückung der Blätter, die Anordnung der Areolen nach hohen Divergenzen der Blattspirale, bzw. in dicht besetzten Orthostichen. Das Überwiegen des fleischigen Parenchyms macht die Breite der aus ihm bestehenden Markstrahlen verständlich; die große Anzahl der Areolen, von denen eine jede über eine Masche des Holzstranggewebes fällt, welche ihrerseits wieder einem Markstrahl den Durchgang gewährt, erklärt die Notwendigkeit jener Stränge, bogenförmig um jene umfänglichen Markstrahlkomplexe herumzulaufen, — ähnlich wie es im Maserholz mit seinem ebenfalls beträchtlich vergrößerten Markstrahlgewebe [1]) vorkommt. Dieser bogige Strangverlauf findet sich sowohl bei niedrigen, wie bei hohen Opuntien, und wenn er auch als Skelett für Biegungsfestigkeit sehr wirksam sein mag, wie der oben gebrauchte Vergleich mit einer Rolle Drahtgitter dartun soll, so kann er doch nicht als eine diesem Zwecke dienende Mechanomorphose aufgefaßt werden. Dagegen würde auch sein Vorkommen bei einer unter ganz abweichenden Verhältnissen lebenden Pflanzengruppe sprechen, nämlich in den Stämmen und Rhizomen zahlreicher Farne; [2]) dichte Blattstellung und reichliches Parenchym bestimmen hier ebenfalls seine Entwicklung.

Auch die andere Eigentümlichkeit der Kakteen, die Unterdrückung der Blätter, weist eine ebenfalls indirekte Beziehung zum Skelettsystem auf. Das Fehlen der Blätter bringt als Korrelation die Verlegung des grünen Assimilationsgewebes an die Oberfläche des Stammes mit sich, und weiter die Vergrößerung dieser Fläche durch Warzen (*Opuntia imbricata, Mamillaria*), Rippen (*Cereus, Echinocactus*) und Flachsprosse (*O. tomentosa*). Von diesen Einrichtungen sind die letzteren, wie bereits oben dargetan wurde, für die Herstellung der Biegungs- und Säulenfestigkeit wenig geeignet und werden daher schließlich durch zylindrische Achsen ersetzt. Dagegen sind die Warzen und zumal die Rippen und vorspringenden Kämme äußerst vorteilhaft zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit, wie es jedes fächerförmig zusammengekniffene im Vergleich zu einem flachen Stück Papier zeigt, und wie es die höchsten Säulenkakteen der Gattungen *Cereus, Pilocereus* usw. beweisen. Aber auch hier handelt es sich um Organisationen, die primär unter der Einwirkung des Lichtes im Dienste der Assimilation hervorgerufen wurden, und sich sekundär auch als mechanisch nützlich erwiesen haben. Denn es gibt kugelförmige, sehr niedrige und daher nie auf Biegungsfestigkeit in Anspruch genommene Kakteen (z. B. *Echinocactus multicostatus*), welche außerordentlich tief und scharf gerippt sind. In der Tatsache, daß die gleiche Organisation verschiedenen Verrichtungen dienstbar gemacht wird, zeigt sich die Ökonomie eines Organismus, der ein Maximum von Leistung mit einem Minimum von Aufwand an Material vollbringt.

Die Kakteen gelten mit Recht als Schulbeispiel für Organisationen, die bis in die feinsten Einzelheiten für das Leben an trockenen, heißen und windigen Standorten abgestimmt sind. Es ist dies um so bemerkenswerter, als sie eine relativ junge Pflanzenfamilie sind, insofern man in dem Tertiär noch keine, an den Stacheln leicht zu erkennende fossilen Reste von ihnen gefunden hat.

Mexico, September 1915.

[1]) Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie, Abb. 69, 77.

[2]) De Bary, A., Vergleichende Anatomie, S. 295, Abb. 132, 135.

Kritische Betrachtung über die Grundlagen der Relativitätstheorie Einsteins.

[Nachdruck verboten.] Von Friedr. Dahl.

In einem neueren Vortrag „Geometrie und Erfahrung" spricht sich Einstein über die erkenntnistheoretischen Grundlagen seiner Relativitätstheorie aus,[1]) und es ist uns damit die Möglichkeit gegeben, die Prämissen, auf denen seine Theorie sich aufbaut, sorgfältig zu prüfen. Eine solche Prüfung der Grundanschauung und grundlegenden Tatsachen einer Theorie, die man allgemein als deren Prämissen bezeichnen kann, ist äußerst wichtig, da auf einem verfehlten Fundament ein ganzes Gebäude, auch wenn es sonst formgerecht aufgebaut ist, ins Wanken geraten kann. Wissenschaftliche Theorien bauen sich, wie man weiß, auf Prämissen auf, welche nach dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft als durchaus gesichert erscheinen müssen. Jeder Fortschritt der Wissenschaft, der an den die Prämissen liefernden Tatsachen etwas ändert, muß eine entsprechende Änderung der Theorie zur Folge haben. Ist die Theorie einer entsprechenden Änderung nicht fähig, so muß sie fallen. Eine Theorie, bei deren Aufbau schon unrichtige Prämissen zur Anwendung gelangt sind, muß von vornherein als verfehlt bezeichnet werden, auch wenn der Aufbau durchaus logisch durchgeführt ist. — Von diesem Standpunkte aus wolle man meine Ausführungen, die sich lediglich mit den jetzt von Einstein gegebenen Grundlagen, nicht mit der Theorie selbst befaßt, beurteilen.

Einstein behauptet, daß die Sätze der Mathematik und speziell der Geometrie, soweit es sich um ihre Anwendung auf Gegenstände der Wirklichkeit, d. h. also auch um ihre Anwendung auf naturwissenschaftliche Gegenstände handelt, unsicher seien. Er sagt (S. 124) wörtlich: „Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit." — Es ist das eine Behauptung von ungeheurer Tragweite für jeden Forscher auf naturwissenschaftlichem Gebiete, der sich bei seiner Forschung mathematischer Elemente bedient.

Wie begründet nun Einstein seine Behauptung? — Er meint, „daß die Mathematik ein von aller Erfahrung unabhängiges Produkt des menschlichen Denkens" sei. So sollen die Axiome der Geometrie „freie Schöpfungen des menschlichen Geistes" sein. Einstein ist also, um es mit etwas anderen Worten noch einmal klar auszudrücken, der Ansicht, daß die Fundamente der Mathematik nicht der Erfahrung, sondern lediglich dem Denken des Menschen, unbeeinflußt durch die Erfahrung, entsprungen sind.[2]) — Diese Ansicht muß entschieden als verfehlt bezeichnet werden. — Nehmen wir als Beispiel das von Einstein gewählte Axiom der Geometrie, einerseits in der Fassung, wie ich es in einem mir vorliegenden älteren Lehrbuche[3]) finde und andererseits in der von Einstein gewählten Fassung, so lautet es an der erstgenannten Stelle: „durch zwei Punkte läßt sich nur eine einzige gerade Linie ziehen", an der zweiten Stelle: „durch zwei Punkte des Raumes geht stets eine und nur eine Gerade". — Schon aus dem verschiedenen Wortlaut erkennt man klar, daß sich der Mathematiker erst mühsam von den Tatsachen seiner Sinneswahrnehmung hat freimachen müssen. Bei dem ersten Wortlaut erscheint uns der Satz noch deutlich als Ergebnis der Sinneswahrnehmung. Erst bei dem zweiten Wortlaut hat sich der Mathematiker von der Sinneswahrnehmung völlig freigemacht. — Schon aus dieser Tatsache geht eigentlich klar hervor, daß das Axiom ursprünglich als Produkt der Erfahrung entstanden ist. — Den allmählichen, unmerklichen Übergang des gezeichneten Punktes und der gezeichneten geraden Linie in den nur gedachten mathematischen Punkt und die nur gedachte Gerade kann man aber auch genau verfolgen und damit den Beweis liefern, daß der Satz der Geometrie in gleicher Weise für das Produkt der Sinneswahrnehmung und das Produkt des Denkens gilt: — Machen wir einen sehr kleinen Punkt auf das Papier, so scheint dieser für unser unbewaffnetes Auge gar keine Ausdehnung zu besitzen und das ist in der Praxis, ebenso wie in der Mathematik, für den Begriff „Punkt" das Maßgebende. Wir haben in dem gezeichneten Punkt das Produkt der Erfahrung vor uns, an welches das mathematische Denken anknüpft. — Unter dem Mikroskop erscheint uns der mit unbewaffnetem Auge kaum noch sichtbare Punkt noch deutlich als Fläche. Aber auch unter dem Mikroskop erkennen wir bei jeder Vergrößerung Punkte, die wieder bei noch stärkerer Vergrößerung als Flächen erscheinen. Es ist klar, daß wir uns durch fortgesetzte Verkleinerung des Punktes immer mehr einem Grenzwert nähern, der dem nur gedachten mathematischen Punkt beliebig nahe stehen kann. Dieser (schließlich auch nur noch zu denkende) kleinste wirkliche Punkt geht also unmerklich in den mathematischen Punkt über. Dasselbe gilt für den Begriff „Linie" und speziell für den Begriff „Gerade". Bei der Linie handelt es sich, wenn man zum Grenzwert übergeht, um eine Ausdehnung nur in einer Richtung. — Durch diese Erwägungen wird jedem Leser klar sein, daß der mathematische Begriff Punkt nichts an-

[1]) Sitzungsber. d. preuß. Akad. d. Wissensch. Berlin 1921, V, S. 123—130.

[2]) Wie weit die genannten Sätze von Einstein selbst herrühren oder auch von anderen Forschern vertreten werden, kann uns hier gleichgültig sein.

[3]) A. Wiegand, Erster Kursus der Planimetrie, 10. Aufl., S. 9. Halle 1874.

deres ist, als der unendlich klein gedachte Punkt der sinnlichen Wahrnehmung, der mathematische Begriff Gerade nichts anderes als die unendlich fein gedachte gerade Linie. Was also für den mathematischen Punkt und die mathematische Gerade gilt, muß in der Praxis auch für den Punkt und die gerade Linie der sinnlichen Wahrnehmung gelten.

Daß die mathematischen Begriffe „Punkt" und „Gerade" ohne die entsprechenden Begriffe der praktischen Erfahrung durch unser Denken allein nicht hätten gewonnen werden können, ergibt eine einfache Überlegung: Stellen wir uns einen Menschen vor, der weder einen Gesichtssinn noch einen Tastsinn besitzt, wohl aber eine normal funktionierende Reflextätigkeit, also auch eine normale Ernährung und eine normal funktionierende Großhirnrinde, also auch ein normales Denkvermögen, so würde sich dieser Mensch offenbar weder einen mathematischen Punkt noch eine mathematische Gerade denken können, weil ihm eine Vorstellung von Punkt und Linie fehlt. Er würde allen geometrischen Sätzen völlig verständnislos gegenüberstehen. — Wer sich über alle diese Tatsachen völlig klar geworden ist, der wird zu der Überzeugung gelangen, daß die oben genannte Behauptung Einsteins unzutreffend ist. — Nun sagt aber Einstein selbst, daß das, was er hier behauptet, seiner Relativitätstheorie als Grundlage dient. Diese Theorie würde demnach der zulässigen Grundlage entbehren und fallen müssen. Einstein sagt wörtlich (S. 126): „Dieser geschilderten Auffassung der Geometrie lege ich deshalb besondere Bedeutung bei, weil es mir ohne sie unmöglich gewesen wäre, die Relativitätstheorie aufzustellen."

Ein längst in den weitesten Kreisen der Naturforscher allgemein anerkannter Grundsatz bewahrheitet sich also auch hier: Der Naturforscher darf lediglich von Erfahrungstatsachen als der allein sicheren Grundlage aller Forschung ausgehen. Weicht er von diesem Grundsatz ab, so verliert er den allein sicheren Boden unter den Füßen. — Als Naturforscher muß man also annehmen, daß das gesamte Wissen des Menschen der Erfahrung entstammt, und daß alles Denken nur an Tatsachen der Erfahrung anknüpfen kann. Bei der Geburt ist eine „tabula rasa" vorhanden. Nur Fähigkeiten bringt der Mensch bei der Geburt als ererbte Tätigkeit der Großhirnrinde mit auf die Welt, nur die Denkfähigkeit, kein positives Denken, weil erst Sinneseindrücke vorhanden sein müssen, an welche das Denken anknüpfen kann. — Als geistige Fähigkeiten, deren Vorhandensein bei der Geburt wir notwendig annehmen müssen, um alles, was wir vom menschlichen Denken wissen, erklären zu können, sind folgende zu nennen: 1. Die Fähigkeit, Sinneseindrücke als „Wahrnehmungen" ins Bewußtsein aufnehmen und durch das „Gedächtnis" festhalten zu können. 2. Die Fähigkeit, Sinneseindrücke unter Einschaltung eines Bewußtseinsvorganges auf eine Muskeltätigkeit überführen zu können. 3. Die Fähigkeit, Sinneseindrücke und Muskeltätigkeit mit „Gefühlen" bestimmter Art verbinden und diese Gefühle für die weitere Muskeltätigkeit, für das bewußte Handeln maßgebend sein lassen zu können. 4. Die Fähigkeit, frühere und gegenwärtige Sinneseindrücke miteinander vergleichen zu können und das Gemeinschaftliche, — dem etwas Wirkliches in der Natur entsprechen muß, — als „Begriffe" herausschälen zu können. 5. Die Fähigkeit, Teile von Sinneseindrücken im Denken beliebig kombinieren zu können und von einzelnen Teilen derselben abstrahieren zu können. 6. Die Fähigkeit aus Erfahrungstatsachen mittels des Satzes vom Widerspruch logische Schlüsse ziehen zu können.

Alles Denken knüpft also an Sinneseindrücke, an Tatsachen der Erfahrung an. — Zu den Allgemeinbegriffen, die der Erfahrung entstammen, gehören auch der Raum-, Zeit- und Kausalitätsbegriff. Auch sie leiten sich aus Sinneseindrücken ab, der Raumbegriff aus dem Nebeneinander der Sinneseindrücke, der Zeitbegriff aus dem Nacheinander der Sinneseindrücke und der Kausalitätsbegriff aus dem gesetzmäßigen Nacheinander bestimmter Erfahrungstatsachen. Daß wir uns Objekte nur im Raum und Vorgänge nur in der Zeit denken können, ändert, wie wir noch sehen werden, an dieser Tatsache nichts und ebenso, daß Sinneseindrücke und damit Erfahrungen ohne Kausalität undenkbar sind. — Der Naturforscher kommt also mit der Annahme, daß alles Wissen und Denken auf Sinneseindrücke, auf Tatsachen der Erfahrung zurückzuführen ist, sehr wohl aus.

Was die philosophische Grundlage des Naturforschers anbetrifft, so stehen wir noch heute im wesentlichen auf der von Hume und Kant geschaffenen Basis. — Da Sinnestäuschungen bekanntlich überall und immer wieder vorkommen, so mußte sich der Forscher schon früh die Frage vorlegen, wieweit wir uns überhaupt auf unsere Sinneswahrnehmungen verlassen können. Und da machte Kant die — zunächst theoretische — Annahme, daß allen unseren Sinneswahrnehmungen ein Etwas in der Natur, d. i. in der Wirklichkeit zugrunde liegen müsse. Fraglich sei nur, wie dieses Etwas, das er „das Ding an sich" nannte, in Wirklichkeit beschaffen sei, und darüber könnten uns unsere Sinne nur eine auf der Beschaffenheit der Organe beruhende beschränkte Auskunft geben. — Wenn diese Annahme Kants, welche bisher in keinem einzigen Falle auf Widersprüche gestoßen ist, bis in alle Einzelheiten hinein gilt, wenn sie sich auf alle Eigenschaften der Beobachtungsobjekte und die feinsten Einzelheiten dieser Eigenschaften erstreckt, so muß das, was uns die Erfahrung über die Beziehungen der Dinge an sich lehrt, ein durchaus getreues Bild der Wirklichkeit sein.

Kant ist sehr oft mißverstanden worden, und in der Tat drückt er sich vielfach sehr dunkel, fast möchte man sagen, geheimnisvoll aus. — Das

logische Denken, der Satz vom Widerspruch ist für ihn eine metaphysische Erkenntnisquelle a priori. Als Naturforscher drücken wir das vielleicht etwas klarer aus, wenn wir diese Erkenntnisquelle, der wir allerdings sehr viel Wissen verdanken, und welche allerdings angeboren, also a priori vorhanden ist, wie oben geschehen, eine „Fähigkeit", eine psychische Fähigkeit nennen. Kant will mit seinem Ausdruck „a priori" keineswegs sagen, daß das Wissen, das wir dem logischen Denken verdanken, nicht doch letzten Endes aus der Erfahrung stammt. Das geht aus seinen Ausführungen hervor. In seinen „Prolegomena" sagt Kant (§ 2b): „Eben darum sind auch alle analytischen Sätze Urteile a priori, wenngleich ihre Begriffe empirisch sind, z. B. Gold ist ein gelbes Metall . . . ." Das ist offenbar so zu verstehen: Aus der Erfahrung wissen wir, daß es ein gelbes Metall gibt. Wir nennen dieses gelbe Metall Gold. Damit ist unser Begriff „Gold" festgelegt. Sehen wir nun ein Metall, das nicht gelb ist, so kann es nach dem Satz vom Widerspruch nicht Gold sein. Gold ist eben ein gelbes Metall. In diesem einfachen Satz, diesem „Urteil", wie die Philosophen es nennen, kommt also schon das logische Denken zur Anwendung.

Recht dunkel wird Kant besonders dadurch, daß er Wahrnehmung, Erfahrung und Anschauung einander gegenüberstellt, obgleich es sich für den Naturforscher in allen drei Fällen um Erfahrung und nur um verschiedene Grade der Gültigkeit und Gewißheit handelt. — Für den Naturforscher ist jeder Sinneseindruck, sobald er als Wahrnehmung ins Bewußtsein übergegangen ist, mag er auch noch so vereinzelt gegeben sein, eine Erfahrung. Kant nennt es zunächst nur eine „empirische Wahrnehmung" und zwar deshalb, weil das Wissen, das der ersten Wahrnehmung entstammt, durchaus subjektiv sein kann. Von einer Erfahrung spricht Kant erst dann, wenn das Subjektive abgestreift ist und das Urteil Allgemeingültigkeit erlangt hat. — Beispiel: Ich finde eine kleine Tierart im Walde. Ich darf diese Tierart dann noch keineswegs einen Waldbewohner nennen. Das Tier kann vielmehr durch besondere Umstände in den Wald gelangt sein. Vielleicht wurde es gar an meiner Kleidung hineingetragen. Erst wenn ich zahlreiche Wahrnehmungen vergleiche, wenn ich statistisch festgestellt habe, daß die Tierart normalerweise nur im Walde und nur ausnahmsweise an anderen Orten gefunden wird, ist mein Urteil, daß es sich um einen Waldbewohner handelt, auch für Kant allgemeingültig und deshalb eine Erfahrung. Es muß also eine Vergleichung verschiedener Wahrnehmungen, d. i. eine Verstandestätigkeit zu der Sinneswahrnehmung hinzukommen, um nach Kant die Sinneswahrnehmung in eine Erfahrung umzuwandeln.

Das Beispiel zeigt zugleich, wie ein „Begriff" entsteht. Die Begriffe sind nicht etwa etwas durch menschliches Denken in die Natur Hineingebrachtes, wie vielfach, z. T. auch von Naturforschern, fälschlich angenommen wird. Es gibt tatsächlich in der Natur „Waldbewohner", die wir aber erst durch Vergleichung zahlreicher Wahrnehmungen als solche erkennen. Das, was unseren Begriffen zugrunde liegt, ist also, genau ebenso wie das Ding an sich, das unserer Sinneswahrnehmung als wirklich vorhandenes Objekt zugrunde liegt, in der Natur vorhanden. — Es gilt das für alle Begriffe, auch für die Begriffe des alltäglichen Lebens. Die letzteren unterscheiden sich von den wissenschaftlichen Begriffen nur dadurch, daß ihre Entstehung im menschlichen Bewußtsein weit zurückliegt, daß die Statistik unbewußt stattfand, und daß die Kenntnis dieser Begriffe dem Kinde durch bewußten oder unbewußten Anschauungsunterricht erleichtert wird.

Daß den von uns „geschaffenen" Begriffen tatsächlich Beziehungen der Objekte in der Wirklichkeit zugrunde liegen müssen, mag ein Beispiel klar zeigen. — Nach der Plankton-Expedition teilte ich die in dem Material der Expedition befindlichen Krebse der Gattung Copilia in Arten ein. Gleichzeitig arbeitete der Zoologe Giesbrecht in Neapel an dem Material einer anderen Expedition, welche andere Teile der Ozeane besucht hatte. Seine Veröffentlichung erschien vor meiner, und es zeigte sich, daß er genau dieselben Arten unterschieden hatte wie ich. Nur die Namen, die er ihnen gab, waren natürlich andere. — Also auch die Grundlagen für unsere systematischen Begriffe sind in der Natur, in der Wirklichkeit vorhanden.

Wie Kant von der „Erfahrung" die „empirische Wahrnehmung" gewissermaßen als Vorstufe unterscheidet, so unterscheidet er als gleichsam höhere Stufe der Erfahrung die „Anschauung". Von einer Anschauung spricht Kant nur dann, wenn Gewißheit vorhanden ist und je nach der Tragweite dieser Gewißheit unterscheidet er eine „empirische Anschauung" und eine „reine Anschauung a priori". Bei der empirischen Anschauung erstreckt sich die Gewißheit nur auf den Einzelfall. Beispiel: Ich sehe ein weißes Pferd. Daß das Pferd weiß ist, ist für mich gewiß. Es gilt das aber nur für das Pferd, das ich gerade sehe. Will ich die Gewißheit zum Ausdruck bringen, so kann ich mit Kant meine Wahrnehmung „Anschauung" nennen. — Bei Kants reiner Anschauung a priori tritt schon mit der ersten Wahrnehmung eine allgemeingültige Gewißheit ein. Ja, schon durch Kombinieren und Abstrahieren kann aus früheren Wahrnehmungen eine Vorstellung zustande kommen, die allgemeingültige, apodiktische Gewißheit besitzt und deshalb nach Kant eine reine Anschauung a priori ist, obgleich eine Wahrnehmung mittels unserer Sinne noch gar nicht vorliegt. Der Fall, daß die „Gewißheit" der Wahrnehmung mittels unserer Sinne vorhergeht, tritt besonders bei mathematischen Sätzen ein. Beispiel: „In einem Punkte können sich nicht mehr als drei Linien senkrecht

schneiden". Es ist dieser Satz für uns gewiß, mögen wir uns einen Spezialfall durch Ziehen von Fäden anschaulich machen oder nicht. Der Naturforscher zählt Kants reine Anschauung a priori nicht zu den unmittelbaren Erfahrungen. Sie ist dem Naturforscher vielmehr durch Kombinieren und Abstrahieren aus vorangegangenen Erfahrungen entstanden und das setzt lediglich eine angeborene Fähigkeit des menschlichen Geistes voraus. Nur Kants „empirische Anschauung", die dessen „empirischer Wahrnehmung" vollkommen entspricht, ist für den Naturforscher eine Erfahrung.

Auch die Mathematik geht lediglich von Elementen der Erfahrung aus: Die Begriffe „Linie", „Punkt" und „Zahl" entspringen der Erfahrung. Mit diesen operiert der Mathematiker und gelangt dabei bisweilen sogar zu imaginären Größen, denen keine Wirklichkeit entspricht und die deshalb für den Naturforscher gar nicht existieren.

Es fragt sich nun, ob die Gewißheit, die bei einer „reinen Anschauung a priori" Kants vorhanden ist, eine Gewißheit, wie sie namentlich die Mathematik kennt, uns nötigt, eine besondere Fähigkeit des menschlichen Geistes, außer den oben schon genannten, vorauszusetzen. Der Naturforscher, der sich streng an die Erfahrung hält, muß diese Frage entschieden verneinen. Es liegt überhaupt nicht der geringste Grund vor, die Quelle dieser apodiktischen Gewißheit in dem Sukjekt, d. i. in dem denkenden Menschen suchen zu wollen. Der Naturforscher muß vielmehr annehmen, daß diese Gewißheit in der Natur selbst begründet ist, in der natürlichen Beschaffenheit des Raumes und der Zeit als Ding an sich, d. h. in dem, was unseren durch Abstraktion gewonnenen Begriffen von Raum und Zeit in der Wirklichkeit zugrunde liegt. — Es gibt manche Eigenschaften, die wenigen Körpern und wenigen Vorgängen eigen sind, manche Eigenschaften, die vielen Körpern und vielen Vorgängen eigen sind. Warum sollte es nicht auch Eigenschaften geben können, die, wie Ausdehnung und Dauer, allen Körpern und allen Vorgängen in der Natur zukommen? Basiert aber unser Denken ausschließlich auf Erfahrung, so können wir natürlich einen Körper ohne Ausdehnung, einen Vorgang ohne Zeitdauer nicht einmal denken. Das, meine ich, wäre völlig klar und selbstverständlich. Ja, die Tatsache, daß wir uns einen Körper nur von drei Dimensionen denken können, einen Vorgang nur in der Zeit, beweist eigentlich, daß unser Denken eng an die Erfahrung gebunden ist. Die apodiktische Gewißheit bei dem oben genannten Beispiel liegt dann einfach in den Eigenschaften des dreidimensionalen Raumes begründet.

Kant verlegt den Grund der apodiktischen Gewißheit nicht in das Objekt, sondern in das Subjekt, während er sonst, genau so, wie der moderne Naturforscher die Grundlage unseres ganzen Sinneslebens in das Objekt verlegt. Er nimmt an, daß Raum und Zeit „Anschauungen" sind, die „als Form der Sinnlichkeit" in unserem Subjekt allen wirklichen Eindrücken vorangehen. — Hier ist einer der Punkte, in denen der Naturforscher ihm nicht folgen kann. Der Naturforscher muß diese Annahme Kants als durchaus willkürliche Hilfshypothese bezeichnen, da sich alle Tatsachen auch ohne sie durch die obige konsequent durchgeführte Annahme, daß alles Wissen und Denken auf Erfahrung zurückzuführen ist, sehr einfach erklären. Der Naturforscher bleibt damit in durchaus konsequenter Weise auf rein empirischem Boden. — Mit Recht wendet sich Kant (Prol. § 13) gegen die Annahme, daß Raum und Zeit Eigenschaften sind und verweist dabei als Beispiel auf die Symmetrie, welche zeigt, daß zwei der Masse nach genau gleiche Körper, die gleich ausgedehnt sind, einen verschiedenen Raum einnehmen können. Nicht Raum und Zeit, wohl aber Ausdehnung und Dauer sind für den Naturforscher Eigenschaften und zwar Eigenschaften, die in einem bestimmten Maße allen Körpern und allen Vorgängen zukommen.

Auch den Kausalitätsbegriff hat offenbar schon der Urmensch der Erfahrung entnommen. Der Regen, der stets den Boden netzt, der Wind, der stets die Blätter bewegt und dergleichen Erfahrungen viele zeigten ihm, daß es eine Kausalität gäbe. Wie lange aber hat es gedauert, bis der Mensch zu der Überzeugung gelangte, daß wohl jeder Vorgang in der Natur eine Ursache haben möge und noch viel später wurde ihm klar, daß es ohne Kausalität gar keine Sinneseindrücke, also auch keine Erfahrung geben könne. Die letztere Einsicht wurde erst möglich als man erkannt hatte, daß auch die Wärme, die Farbe usw. auf Bewegung kleinster Teile beruhe und daß die Bewegung es ist, welche in allen Fällen auf unsere Sinnesorgane einwirkt, die grobe, mechanische Bewegung und die Wärme auf unsere Tastnervenendigungen, die Luftwellen auf das Gehörorgan, die Ätherwellen auf das Auge und die als chemischer Reiz sich zeigende Atombewegung auf das Geruchs- und Geschmacksorgan. — Der Naturforscher, der mit Kant annimmt, daß jedem Objekt der Wahrnehmung ein Ding an sich in der Wirklichkeit entspricht, muß zugleich zugeben, daß der Einwirkung dieser Objekte auf unsere Sinnesorgane, in welcher die Kausalität zum Ausdruck gelangt, also der Kausalität selbst ein etwas in der Wirklichkeit entsprechen muß. — Nur einige Philosophen hat es gegeben, welche die Kausalität leugneten. Diese mußten denn auch zu der Überzeugung gelangen, daß außer ihnen nichts existiere, daß die Welt vielmehr ein Produkt ihrer Phantasie sei. Beweisen kann man diesen abnormen Denkern freilich nicht, daß eine Welt wirklich existiert, selbst durch Prügel nicht; denn auch diese würden sie, wie jedes andere Leiden für ein unangenehmes Produkt ihrer Phantasie halten. — Der Naturforscher ist, auch ohne weiteren Beweis als seine Erfahrung, überzeugt, daß die Welt, die er

mittels seiner Sinne wahrnimmt, wirklich existiert, d. h. unter dem von Kant gegebenen Vorbehalt. — Von den Ursachen scharf unterscheiden muß der Naturforscher die Bedingungen, unter denen ein Vorgang verläuft, und die ihn modifizieren. Der Stoß auf die Billardkugel ist die Ursache des Rollens. Wie sie rollt, das hängt von den Bedingungen, von den Wänden des Billards und von der Stellung der anderen Kugeln ab. In der Vulgärsprache rechnet man oft auch die Bedingungen zu den Ursachen. In wissenschaftlichen Schriften sollte nur der kinetische Anlaß des Vorgangs Ursache genannt werden.

Auch von einer ganz anderen Seite aus gelangt man zu dem Resultat, daß alles Wissen der Erfahrung entstammen muß. — Man stelle sich einen Menschen vor, der aller Sinne bar ist, nicht nur des Gesichtssinnes und Tastsinnes, sondern auch des Gehör-, Geruchs- und Geschmackssinnes, des Tast- oder Gefühlssinnes nicht nur an der Körperoberfläche sondern auch im Innern des Körpers, einen Menschen, der also auch kein Schmerzgefühl, das infolge einer Überreizung irgendeines Sinnesorganes eintritt, kennt, der aber eine normale Reflextätigkeit, Verdauung und Gehirntätigkeit besitzt. Was sollte denn ein solcher Mensch wohl denken können? Wie sollte er zu einem Raum- und Zeitbegriff oder gar zu einem Kausalitätsbegriff gelangen können? Für ihn würde es höchstens ein „cogito, ergo sum" geben. Bei Vorstellung eines solchen Menschen wird uns so recht klar, daß alles, was wir denken, ausschließlich an die Erfahrung anknüpft.

Man sieht also, daß die von Einstein aufgestellten, oben genannten Sätze völlig in nichts zerfallen. — Auch mit Kant befindet sich Einstein in Widerspruch. Kant sagt allerdings (Prol. § 6), daß die „Erkenntnis", der wir in der Mathematik gegenüberstehen, welche „durch und durch apodiktische Gewißheit, d. i. absolute Notwendigkeit bei sich führt, also auf keinen Erfahrungsgründen beruht, mithin ein reines Produkt der Vernunft ist". — Das klingt allerdings recht ähnlich wie der obige Ausspruch Einsteins, zumal da Kant hinzufügt: „. . . Setzt dieses Vermögen, da es nicht auf Erfahrungen fußt noch fußen kann, nicht einen Erkenntnisgrund a priori voraus . . .?" Und doch besagen die Kantschen Worte etwas völlig anderes als die Einsteinschen. — Wie an so vielen anderen Stellen so drückt sich Kant auch hier etwas dunkel aus. Durchaus verständlich wird er durch einige seiner nachfolgenden Sätze. Kant sagt weiter (§ 7): „Wir finden aber, daß alle mathematische Erkenntnis . . . ihren Begriff vorher in der Anschauung . . . a priori . . . darstellen kann . . ." und (§ 9): „Hieraus folgt . . . daß Anschauungen, die a priori möglich sind, niemals andere Dinge, als Gegenstände unserer Sinne betreffen können." — Aus den letzten Worten geht hervor, daß nur die „Erkenntnis", nur das „Vermögen" zu erkennen, dem wir in der Mathematik begegnen, für Kant ein „reines Produkt der Vernunft" sein kann, nicht die Mathematik selbst, wie Einstein will. — So muß man Kants Aussprüche meist erst in die Sprache des modernen Naturforschers übersetzen, und dabei sind viele Naturforscher gescheitert.

Was die Zuverlässigkeit unserer Sinneswahrnehmungen anbetrifft, so stehen wir übrigens heute auf einer völlig anderen Basis als unser großer Denker Kant. — Wissen wir doch, daß der Mensch, wie alle Lebewesen, durch Anpassung an seine Umgebung entstanden ist. Freilich pflegt man dieses unser Wissen von der Entwicklung des Menschen aus der Tierreihe z. Z. noch eine Theorie zu nennen, weil diese Entwicklung nicht unmittelbar wahrgenommen, sondern indirekt aus Erfahrungstatsachen geschlossen wird. Theorien können aber, wenn alle neu hinzukommenden Erfahrungstatsachen sie bestätigen, gleichsam zur Gewißheit werden. So ist die Deszendenztheorie für uns schon fast eine Gewißheit, da sie ebenso wie unser Wissen von der Bewegung der Himmelskörper, durch ein so ungeheures Tatsachenmaterial gestützt ist, daß an ihrer Richtigkeit nicht mehr gezweifelt werden kann. — Handelt es sich aber beim Menschen um eine Anpassung an die Umwelt, so dürfen wir annehmen, daß ihm durch seine Sinne eine möglichst gute Kenntnis dieser Umwelt gegeben wird, da eine selbsttätige Erhaltung nur dann für ein höheres Lebewesen, wie der Mensch es ist, möglich erscheinen muß, wenn dieses Lebewesen seine Umwelt möglichst gut kennt. Wir können uns also im allgemeinen darauf verlassen, daß unsere Erfahrung uns die Wahrheit sagt. — Nur soweit werden im allgemeinen Sinnestäuschungen vorkommen, als dies nach physikalischen Gesetzen Naturnotwendigkeit ist. Zu diesen Sinnestäuschungen gehören z. B. das scheinbare Schmälerwerden einer Allee in der Ferne, die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde, die scheinbare völlige Starrheit gewisser fester Körper usw. — Diese Täuschungen können wir durch andere Erfahrungstatsachen ausschalten, teils leicht, teils erst durch naturwissenschaftliche Forschung, die aber wieder lediglich auf Sinneswahrnehmung basiert.

Der hier gegebene Gedankengang eines Naturforschers wird vielleicht auch den Fachphilosophen, der der Naturforschung weniger nahe steht, interessieren und ihn zum Weiterdenken anregen.

Einzelberichte.

Die Einheit und Isotopie der Elemente.

Nachdem Rutherford[1]) aus einem halben Dutzend Elementen Wasserstoff durch α-Strahlen abgespalten hat, ist die vor 100 Jahren durch William Prout aufgestellte Hypothese vom Wasserstoff als Urmaterie wieder sehr wahrscheinlich geworden. Daß sich jedoch die Atomgewichte der Elemente nicht stets als ganze Vielfache des Wasserstoffs erweisen, erklärt sich daraus, daß die meisten Elemente Gemische von chemisch völlig identischen aber im Atomgewicht unterschiedenen Stoffen (= Isotopen) sind. Zum erstenmal lehrte die Radiochemie einige Elemente kennen, die chemisch nicht trennbar waren und die doch nach genauesten Atomgewichtsbestimmungen einen geringen Unterschied der Atommassen aufwiesen (Uranblei-Thorblei; Ionium-Thorium).

Im Jahre 1913 fand J. J. Thomson[2]) bei der elektromagnetischen Kanalstrahlenanalyse von Neon, daß dieses Element eine Mischung zweier Grundstoffe vom Atomgewicht 20 und 22 darstellt; dies war der 1. Fall, daß bei einem nichtradioaktiven Stoffe das Vorkommen von Isotopen nachgewiesen wurde. F. W. Aston[3]) verbesserte die Methode der Kanalstrahlenanalyse so, daß die Beimengung eines Isotopen zu einem Element bei weniger wie $^1/_{100}$ mg noch völlig sicher nachweisbar wird. Die Kanalstrahlenanalyse besteht darin, daß ein Element im gasförmigen Zustand in einer Vakuumröhre durch Kathodenstrahlen stark ionisiert wird; die positiven Gasionen bewegen sich dann mit zunehmender Geschwindigkeit auf die negative Kathode zu und treten durch einen feinen Kanal in der Kathode als Kanalstrahlen in den kräftefreien Raum hinter der Kathode. Hier werden die Kanalstrahlen durch ein starkes magnetisches und elektrisches Feld aus ihrer geraden Bahn abgelenkt und zwar hängt die Ablenkungsgröße von der Masse und der elektrischen Ladung der Kanalstrahlenteilchen ab.

Aston hat mit der elektromagnetischen Kanalstrahlenanalyse bereits eine große Anzahl von Elementen daraufhin untersucht, ob sie einheitlich sind oder Isotopengemische darstellen. Im folgenden sind die neuesten Ergebnisse von Aston und anderen Forschern für die einzelnen Elemente angegeben.

Wasserstoff erweist sich als einheitliches Gas vom A. G.[4]) 1,008. In Wasserstoffkanalstrahlen wurde auch wieder das interessante Molekülion H_3[5]) beobachtet und seine Masse genau zu 3,024 bestimmt. Heliumkanalstrahlen werden nur von Atomen mit der Masse 4 gebildet.

Neon hat das A. G. 20,2 und zeigt bei der Kanalstrahlenanalyse zwei Linien mit der Masse 20 und 22, außerdem zwei Linien, die dem Ne^{++} angehören und wegen der doppelten Ladung geradeso stark abgelenkt werden wie die einfach geladenen Atome eines Elementes mit der Masse 10 und 11 (Linien 2. Ordnung). Gewöhnliches Neongas vom A. G. 20,2 besteht aus 90 % Ne 20 und 10 % Ne 22. Aston hat dann auch durch langwierige mühevolle Diffusion des Neongases in Tonröhren die Isotopen zu gewinnen versucht. Tatsächlich ergab sich zwischen der am raschesten und der am langsamsten diffundierenden Fraktion ein Dichteunterschied von 0,7 %. „Der isotope Bau des Neons ist daher über allen Zweifel festgestellt."

Argon mit dem A. G. 39,88 sollte nach seiner Stellung im periodischen System der Elemente ein geringeres Atomgewicht wie Kalium (39,10) haben. Die Kanalstrahlenanalyse ergab auch wirklich eine schwache Linie von der Masse 36 und eine starke bei 40, außerdem noch Linien 2. Ordnung bei 20 und 13,3, die dem A^{++} und A^{+++} zugehören. Argon enthält etwa 3 % von dem leichteren Anteil. Krypton und Xenon zeigten sich aus einer überraschend hohen Zahl von Isotopen zusammengesetzt. Kr ist ein Gemisch von isotopen Gasen mit dem A. G. 78, 80, 83, 84 und 86; X zeigt 5 Hauptlinien bei 129, 131, 132, 134, 136, eine schwächere Komponente bei 128 und eine zweifelhafte bei 130. Kr weist den größten numerischen Unterschied zwischen seinen Isotopen auf, nämlich 8 Einheiten. Fluor erwies sich einatomig (A. G. 19). Chlor mit dem A. G. 35,46 weist 2 starke Linien bei 35 und 37 auf, aber keine Spur einer Linie vom A. G. 35,46; außerdem 2 sehr schwache Linien bei 39 und 40. Die gleichzeitig auftretenden Linien 36 und 38 rühren von HCl_{35} und HCl_{37} her, die Linien 17,5 und 18,5 von Cl_{35}^{++} und Cl_{37}^{++}. Im Phosgen $COCl_2$ zeigten sich die 2 Linien des $COCl_{35}$ und $COCl_{37}$ bei 63 und 65. Durch Umladung negativ gewordene Chlorkanalstrahlen gaben nur die 2 Linien Cl_{35}^{-} und Cl_{37}^{-}. Den Grund, warum bei den vielen A. G. Bestimmungen von Chlor noch keine abweichenden Werte[1]) beobachtet wurden, findet Aston darin, daß alle irdischen Chlorverbindungen aus dem Meereswasser stammen und daß dort eine vollkommene Mischung der Isotopen stattgefunden hat. Chlor aus anderen Quellen, etwa aus Meteoriten, könnte leicht ein abweichendes A. G. haben. Anscheinend erfolgreiche Versuche, die Isotopen des Chlors durch

[1]) Nature Nr. 2680 (1921).
[2]) Naturw. Wochenschr. XVI, S. 699 (1917).
[3]) Nature Nr. 2689, S. 334—338, Vol. 107 (1921).
[4]) A. G. = Atom-Gewicht.
[5]) Naturw. Wochenschr. XIX, S. 527/8 (1920).

[1]) Neuerdings fand jedoch Irène Curie für Chlor aus einem Salz von Zentralafrika den abweichenden Wert 35,60, welcher nicht durch die Anwesenheit von Brom oder Jod verursacht ist. Chlor aus norwegischem Apatit und aus kanadischem Sodalith hatte normales A. G. Nature S. 282, Vol. 100 (1921).

fraktionierte Diffusion zu gewinnen, wurden von Harkins[1]) und Lorenz[2]) gemacht.

Neuerdings hat das genaue Studium des ultraroten Absorptionsspektrums vom Chlorwasserstoff einen interessanten Beweis für das Vorkommen von Cl_{35} und Cl_{37} geliefert. Die ultraroten Absorptionslinien stammen zum Teil daher, daß das positive Wasserstoffion H^+ und das negative Chlorion Cl^- gegeneinander schwingen. Die Frequenz dieser Schwingung hängt von der Masse des Cl ab; enthält also HCl die Ionen Cl_{35} und Cl_{37}, so muß jede Linie von einer Nebenlinie begleitet sein. Tatsächlich finden sich in den sehr genauen Messungen des ultraroten Spektrums von HCl durch E. S. Imes Nebenlinien, welche dieser nicht zu deuten vermochte. Das Intensitätsverhältnis der Haupt- und Nebenlinien und deren Abstand stimmt nach Kratzer und Loomis[3]) genau damit überein, wie er sich aus der Annahme zweier Chlorisotoper, Cl_{35} und Cl_{37}, berechnet.

Bromkanalstrahlen bestehen aus gleichen Teilen Br^+_{79} und Br^+_{81}. Jod erwies sich bei der Kanalstrahlenanalyse mit großer Genauigkeit als ein einatomiges Element. Die Angaben von Kohlweiler[4]) über erfolgreiche Zerlegungsversuche des Jods in Isotope durch Diffusion sind also kaum richtig. Sauerstoff und Schwefel sind einatomige Elemente; Selen und Tellur ergaben leider kein Resultat; beide müssen aber Isotopengemische sein. Bor ist ein Gemisch von Atomen mit der Masse 10 und 11; Silizium ergibt Linien bei 28, 29 und möglicherweise auch bei 30. Stickstoff, Phosphor und Arsen sind anscheinend einfache Elemente, Antimon und Zinn konnten nicht gemessen werden.

Aston[5]) gelang es kürzlich, auch in Alkalimetalldämpfen Kanalstrahlen zu erzeugen und diese der elektromagnetischen Analyse zu unterwerfen. Lithiumkanalstrahlen haben die Masse 6 und 7; die Kerne der beiden Lithiumisotopen bestehen also, wie Rutherford[6]) richtig voraussah, wahrscheinlich aus X_3X_3 und X_3He_4, wobei die Indexzahlen die Atommassen angeben. Natriumionen sind einheitlich und haben die Masse 23. Kalium erweist sich zusammengesetzt aus 2 Isotopen vom A. G. 39 und 41. Rubidiumkanalstrahlen sind positive Ionen von der Masse 85 und 87. Cäsium ist einheitlich und hat das A. G. 133.

A. J. Dempster[7]) gelang der Nachweis der Isotopie des Magnesiums. Es zeigt bei der Kanalstrahlenanalyse eine sehr starke Komponente von der Masse 24 und zwei schwächere von der Masse 25 und 26. Quecksilber ergibt nach Aston[1]) ein verwaschenes Band, das Atomen von der Masse 197 bis 200 entspricht; deutlich wurden dann in den Quecksilberkanalstrahlen noch 2 Linien bei 202 und 204 gemessen. Brönsted und Hevesy[2]) melden eine teilweise Trennung der Quecksilberisotopen durch Verdampfung bei niedrigem Druck und Kondensierung der verdampften Atome auf einer gekühlten Fläche. Die Möglichkeit dieser Art der Isotopentrennung[3]) beruht darauf, daß der Verdampfungsanteil von Isotopen der Quadratwurzel aus deren A. G. umgekehrt proportional ist. Die Dichtebestimmung der erhaltenen Quecksilberfraktionen wurde mit großer Genauigkeit ausgeführt. Die Dichte des unverdampften Quecksilbers als Einheit gesetzt, wurde für die Dichte des kondensierten Anteils 0,999980 erhalten und für die des nachgebliebenen Anteils 1,000031.

Folgende Tabelle von Isotopen läßt sich nach dem heutigen Stand der Kanalstrahlenanalyse aufstellen:

Elemente	u. A. G.	Zahl u. Masse der Isotopen
H	1,008	1,008
He	4	4
Li	6,94	6, 7
Be	9,01	9
B	11	10, 11
C	12	12
N	14,01	14
O	16	16
F	19	19
Ne	20,2	20, 22 (21)
Na	23	23
Mg	24,32	24, 25, 26
Se	28,3	28, 29 (30)
P	31,04	31
S	32,06	32
Cl	35,46	35, 37 (39)
A	39,88	36, 40
K	39,1	39, 41
Ni	58,68	58, 60
As	74,96	75
Br	79,92	79, 81
Kr	82,92	78, 80, 82—84, 86
Rb	85,45	85, 87
I	126,92	127
X	130,2	129, 131, 132, 134, 136 (128, 130)
Cs	132,81	133
Hg	200,6	(197—200) 202, 204

Die Zahlen in Klammern sind noch nicht sicher.

[1]) Naturw. Wochenschr. XIX, S. 705 (1920).

[2]) Naturw. Wochenschr. XX, S. 566–567 (1921). Durch fraktionierte Destillation von CCl_4 hat H. Grimm (München) Chlorisotope gewonnen, deren A. G. zurzeit Hönigschmid bestimmt. Süddeutsche Apoth.-Ztg. S. 367, Nr. 61, Bd. 61 (2. VIII. 1921).

[3]) Zeitschr. f. Phys. Bd. 3, S. 460 und Nw. S. 569 (1921).

[4]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 95, S. 95—195 (1920).

[5]) Nature Nr. 2681, S. 72, Vol. 107 (1921).

[6]) Baker Vorlesung. Proc. Roy. Soc. 1920. Deutsch von Norst. Leipzig 1921, S. Hirzel.

[7]) Phys. Ber. S. 683, Bd. 2 (1921). — G. P. Thomson fand in Anodenstrahlen von Be nur Ionen mit der Masse 9,0 — 0,1 Nature, S. 395 (1921).

[1]) Kanalstrahlen in Nickelkarbonyldampf bestanden aus Nickelionen vom A. G. 58 und 60. Nature, S. 520, Vol. 107, Nr. 2695 (1921).

[2]) Nature S. 144, Vol. 106 (1920), Phys. Ber. l. c. S. 27.

[3]) Die gleiche Methode wurde auch bei HCl angewendet; die gewonnenen Chlorisotopen zeigten einen Unterschied im A. G. von 0,021. Nature, S. 619, Vol. 107, Nr. 2698 (1921).

F. W. Aston[1]) zieht aus seinen Untersuchungen der Elemente in Kanalstrahlenform folgende Schlüsse: „Das bei weitem wichtigste Ergebnis dieser Messungen ist, daß mit Ausnahme von H die Gewichte aller gemessenen Atome und vielleicht aller Elemente ganze Zahlen sind und zwar nach den experimentellen Messungen mit einer Genauigkeit von 1 $^0/_{00}$. Ursprünglich wurde von Prout im Jahre 1815 die Hypothese ausgesprochen, daß alle Elemente aus Atomen des Protyls aufgebaut wären, einem hypothetischen Element, das Prout mit dem Wasserstoff zu identifizieren suchte. Jetzt ist diese Hypothese mit der Abänderung wieder aufgelebt, daß wir 2 Arten von Uratomen haben, nämlich die Atome der positiven und negativen Elektrizität. Letztere Einheit ist uns seit langem bekannt, es sind die Elektronen." Die mit Masse begabte Einheit der positiven Elektrizität und zugleich der Grundbestandteil aller Atome ist der positive Wasserstoffkern H^+, der erst neuerdings erforscht wurde und der den Namen Proton oder Hydron erhielt. „Elektronen und Protonen dürfen heute mit Sicherheit als die Bausteine betrachtet werden, aus denen die Atome aller Elemente konstruiert sind."

K. Kuhn.

[1]) Nature Nr. 2689, Vol. 107 (1921).

Bücherbesprechungen.

Großmann, H. und **Wreschner, M.**, Die anomale Rotationsdispersion. Heft 8/9 von Band 26 der „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge"; herausgegeben von W. Herz. 56 S. mit 11 Abb. Stuttgart 1921, F. Enke. 5 M.

Die in der Hauptsache aus jüngster Zeit stammende Kenntnis der anomalen Rotationsdispersion erfährt in der vorliegenden Monographie eine erste vorzügliche Zusammenfassung. Mehr wie die Drehung der Polarisationsebene des Lichts an sich ist ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge geeignet, zur Lösung wichtiger Fragen der Strukturchemie und zur Erforschung der Konstitution der Materie allgemein beizutragen. Möge die Schrift in dieser Hinsicht zu weiterem Eindringen in das noch wenig bekannte Erscheinungsgebiet anregen. Die Verff. geben zunächst eine kurze historische Einleitung, besprechen dann in einem allgemeinen Teil den gegenwärtigen Stand der Theorie und die gebräuchlichen Untersuchungsmethoden und stellen schließlich in einem speziellen Teil die experimentellen Ergebnisse für eine Reihe bisher untersuchter Körper zusammen.

A. Becker.

Abraham, M., Theorie der Elektrizität. I. Band: Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität. Sechste, umgearbeitete Auflage. 390 S. mit 11 Fig. im Text. Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner. Geh. 50,60 M. (einschließlich Teuerungszuschlag).

Der 4. Auflage des 2. Bandes des wohlbekannten Abrahamschen Werkes, auf die wir kürzlich (20. Band, S. 391, 1921) hinweisen konnten, folgt jetzt der erste Band schon in 6. Auflage. Er enthält die Grundlagen der Maxwellschen Theorie in der bewährten Darstellung, die dem Werke einen ständig wachsenden Freundeskreis sichert. Da die durchgehend benutzte Theorie der Vektoren und der Vektorfelder in seinem ersten Abschnitt eine gesonderte eingehende Behandlung erfährt, bietet der Band gleichzeitig eine vortreffliche Einführung in die Vektorentheorie. Gegen früher sind namentlich diese allgemeineren Betrachtungen etwas schärfer zusammengefaßt worden, während im übrigen keine sehr wesentlichen Veränderungen vorgenommen worden sind.

A. Becker.

Neuburger, M. C., Neuere Ergebnisse der Forschung über die Radioaktivität des Kaliums und Rubidiums im letzten Dezennium. Heft 7 von Bd. 26 der „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge"; herausgegeben von W. Herz. 10 S. Stuttgart 1921, F. Enke.

Die vielfachen Versuche der letzten Zeit, die lange vermutete Radioaktivität der Alkalimetalle kritisch zu untersuchen, werden hier unter Beifügung eines Literaturverzeichnisses kurz besprochen. Danach scheint es jetzt festzustehen, daß Kalium und Rubidium tatsächlich eine für sie charakteristische β-Strahlung aussenden, daß sie also als radioaktiv zu bezeichnen sind, obwohl bis jetzt weder α-Strahlen noch Umwandlungsprodukte nachweisbar geworden sind. Daß die Ausführungen, wie Verf. angibt, keinen Anspruch auf Vollständigkeit in der Berücksichtigung der Literatur machen, bleibt zu bedauern; denn gerade in der Vollständigkeit würde Ref. einen besonderen Wert erblicken.

A. Becker.

Inhalt: K. Reiche, Zur Kenntnis des Dickenwachstums der Opuntien. (7 Abb. S. 33. Fr. Dahl, Kritische Betrachtung über die Grundlagen der Relativitätstheorie Einsteins. S. 41. — **Einzelberichte:** Die Einheit und Isotopie der Elemente. S. 46. — **Bücherbesprechungen:** H. Großmann und M. Wreschner, Die anomale Rotationsdispersion. S. 48. M. Abraham, Theorie der Elektrizität. S. 48. M. C. Neuburger, Neuere Ergebnisse der Forschung über die Radioaktivität des Kaliums und Rubidiums im letzten Dezennium. S. 48.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 22. Januar 1922. | Nummer 4.

Geologie und Wünschelrute.

[Nachdruck verboten.]

Von Edw. Hennig.

In diesen Blättern wurde kürzlich mit Recht auf den Umstand aufmerksam gemacht, daß die Zeitströmung vom materialistischen Ufer wieder einmal stark zum entgegengesetzten hinüberpendelt und sich auch in allerlei Nebenbewegungen auswirkt. Die Philosophie kommt endlich auch in der Naturwissenschaft wieder mehr und mehr zu Ehren. Die Zeit ist vorbei, in der jemand sich selbst mit der Behauptung betrügen konnte, er verlasse sich in Erfahrungswissenschaften nur auf seine fünf Sinne.

Es ist nicht bloßer Zufall, daß in solcher zum Rationalen, aber darüber hinaus gleich auch zum Mystischen neigenden Periode beispielsweise auch die Wünschelrute wieder stärker in den Vordergrund des Interesses rückt. Tatsächlich erlebt sie eine Art Hochkonjunktur. In Zeitschriften und Zeitungen jeden Schlages, Broschüren und Büchern, auf Kongressen wie im Stillen ist sie heiß umworben und umstritten. Wären die an sie sich knüpfenden Probleme mit leidenschaftlichem Wollen zu erstürmen, wir ständen mit solchem Aufgebot nicht noch immer weit draußen an den ersten Forts. Im Kriege hat sie sich neuerdings Aufmerksamkeit erzwungen und seither die beteiligten Kreise nicht wieder losgelassen.

Man kann es nur begrüßen, daß das Stadium der mehr oder weniger gefühlsmäßigen Parteinahme nunmehr überwunden ist. Es wird wirklich untersucht, streng wissenschaftlich, methodisch erforscht, was der Gegenwart an Fragen nur irgend zugänglich ist.[1]) Bei der großen Rolle, die im Kampfe für und wider dem Geologen als einer der Kontrollstellen zugefallen ist, ist es besonders dankenswert, daß sich ganz neuerdings auch amtliche Fachbehörden der Sache angenommen haben. Die beiden Landesanstalten in Preußen und Württemberg sind mit gutem Beispiel vorangegangen. Niemand hat ein Recht, den angestellten Versuchen Parteilichkeit, Unzweckmäßigkeit, mangelnde oder übertriebene Skepsis vorzuwerfen. Volles Gefühl der Verantwortlichkeit hat obgewaltet.

Da ist es denn sehr bezeichnend und höchst interessant, wie auch sonst fast regelmäßig, so wieder bei diesen offiziellen Veranstaltungen widersprechende Ergebnisse gezeitigt zu finden. Kommt die preußische Behörde zu einer restlosen Ablehnung, so hat die Tagung des Vereins zur Erforschung der Wünschelrute in Heilbronn (September 1921) im Beisein aller Angehörigen der geol. Landesaufnahme, anscheinend nicht so entmutigenden Ausgang genommen, nachdem schon im Vorjahre zu Görlitz die Geologie auf dem Wünschelrutenkongreß lebhaften Anteil genommen hatte. Hoffentlich wird man darüber in ähnlicher Weise unterrichtet, wie das durch eine Darstellung des Verlaufs der angestellten Versuche von seiten der preußischen geologischen Landesanstalt[1]) geschehen ist. Auch die holländische geologische Reichsanstalt ist mit holländischen und deutschen Rutengängern zu sorgsamen Versuchen geschritten.[2])

Daneben gehen die Einzeläußerungen von geologischen Fachleuten einher. Unter den zu ganz negativen Ergebnissen gelangenden seien die betreffenden Veröffentlichungen von Cloos-Breslau[3]) und Gürich-Hamburg[4]) als besonders beachtenswert hervorgehoben. Den in der einen oder anderen Form zustimmenden Vertretern hat sich nach Ax. Schmidt[5]) und anderen neuerdings mit dem ganzen Gewicht seiner Autorität in heimatgeologischen Dingen Joh. Walther-Halle[6]) beigesellt. Er hat „selbst lange Jahre den Rutenproblemen ablehnend gegenüber gestanden", fühlt sich aber nach sehr umfangreichen Versuchen mit Hilfe von Rutengängern nunmehr überzeugt, „daß manche rein wissenschaftliche geologische Frage sogar mit Hilfe der Wünschelrute gelöst werden kann". Selbstverständlich weit entfernt, ersten überraschenden Eindrücken sich blindlings hinzugeben, hat er die ganze Problematik des eigenartigen Instrumentes erkennen und anerkennen gelernt und gibt seine Erfahrungen in ansprechender Weise wieder.

So ist es ein sehr treffender Vergleich, wenn die gewöhnliche hydrologische Anschauung des Geologen von der Erdrinde dem Bilde zur Seite gestellt wird, das der Anatom aus dem vor seinen Augen

[1]) Vgl. Graf C. von Klinckowstrem: Neues von der Wünschelrute, Theoretisches und Kritisches. 2. Aufl. Tillessen, Berlin 1919.

[1]) Zur Wünschelrutenfrage (1. Die mit Rutengängern im Dezember 1920 angestellten Versuche der Preuß. Geol. Landesanstalt). Berlin N 4, 1921. 3 M.

[2]) Zeitschr. f. Wünschelrutenforschung, Okt.-Heft 1921, S. 38—41.

[3]) H. Cloos: Zur Wünschelrutenfrage. Beobachtungen und Versuche. Zentr.-Bl. f. Min., Geol., Paläontol. 1918, Nr. 1 u. 2.

[4]) G. Gürich: Die Wünschelrutenfrage in Hamburg, Untersuchungen und kritische Betrachtungen. Gente-Hamburg 1920.

[5]) Axel Schmidt: Der heutige Stand der Wünschelrutenfrage. Jahrb. Ver. f. vaterl. Naturk. Württemberg 1919.

[6]) Joh. Walther: Das unterirdische Wasser und die Wünschelrute. Gernrode/Harz 1921. 32 S.

liegenden entbluteten Leichnam gewinnt, wogegen der Rutengänger dem Kliniker entspricht, „der das Spiel der Nerven, den Puls des Blutkreislaufs und den Blutdruck der lebenden Gewebe beobachtet". Daraus läßt sich mancherlei Nichtverstehen auf beiden Seiten wohl erklären. Walther scheint sogar geneigt, in der Erforschung des Problemkomplexes Aufgaben zu sehen, „die geeignet sind unser Wirtschaftsleben einer neuen Blüte entgegen zu führen". Ob die Zeit schon reif ist, ein so gänzlich unerklärtes Phänomen schon der Praxis zu empfehlen, darüber darf man verschiedener Meinung sein, wenn schon es mit dem elektrischen Strom nicht viel anders gewesen ist. „Jedenfalls wird es sich immer lohnen, bei der Wasserversorgung eines größeren Verbrauchsortes zuerst dem Kenner der Geologie der Heimat das Wort zu geben." Ein vertrauensvolles Zusammenarbeiten der sicherer gegründeten Wissenschaft mit dem noch geheimnisvollen „Fühlhebel" ist es, dem er warm und mit guten Gründen das Wort redet.[1]) Ein Widerspruch scheint darin zu liegen, daß Walther die Wünschelrute als „ein mechanisches Hilfsmittel erklärt, um nervöse Reizzustände sichtbar zu machen", nur mit Muskelreaktionen gegen die Reize von außen rechnet, nachdem vorher die in der Tat immer wieder überraschende Erfahrung geschildert wurde, daß „zwei kräftige Männer den Auftrag erhalten, mit je einer Hand die Rute festzuhalten, und ein stark begabter Rutengänger durch bloßes Auflegen der Hände die Rute zu kräftigstem Ausschlag bringt".

Zu den förderndsten Beiträgen über die Frage dürften die statistischen Erhebungen zu rechnen sein, die Range[1]) in zwei getrennten Gebieten mit aridem Klima und daher ausgeprägterem Charakter der Grundwasserkörper anzustellen Gelegenheit hatte: in Deutsch-Südwestafrika vor und an der Palästinafront im Weltkriege. Das Ergebnis sei hier in Kürze wiedergegeben:

	Afrika	Orient
Für die Statistik verwertbare Bohrungen	435 bzw. 227	27
davon überhaupt wasserfundig	347 (80%) „ 184 (81%)	10 (37%)
praktisch verwertbar	210 (48%) „ 82 (37%)	4 (15%)
Tiefenangaben Uslars zutreffend bei (Fehlergrenze ges. 10 m).	62% „ 34%	

„Es haben also reichlich dreiviertel aller Wünschelrutenbohrungen Wasser angefahren, aber weniger als die Hälfte hat ein praktisch brauchbares Ergebnis geliefert." „Ein unsicheres Hilfsmittel, Wasser zu finden, wird die Wünschelrute wohl immer bleiben. Gerade dadurch aber, daß sie die Bohrtätigkeit anregte, hat sie manchen Nutzen gestiftet und so mancher Schatz ist gehoben, der ohne sie wohl noch lange ungenutzt im Schoße der Erde geschlummert hätte." Das ist ein reichlich indirektes Lob, aber doch auch keine Verdammung in Bausch und Bogen. Vielmehr tut gerade die sehr klare Objektivität der Rangeschen Darstellung wohl.

Zu welcher Stellungnahme sich immer der Einzelne im gegenwärtigen Zeitpunkt gedrängt fühlen mag, in der tatkräftigen Beschäftigung mit dem reizvollen Wünschelrutenproblem auf allen Seiten muß jeder, der am Ringen um die Hemmnisse der Erkenntnis Freude empfindet, ein gutes Zeichen für den Geist der so tief aufgerührten Zeit erblicken.

[1]) Ein wichtiger Erfolg ernsthafterer Beschäftigung der Geologenwelt mit dem Rutenproblem ist auch auf der anderen Seite schon sichtbar: Die Leitsätze Dr. T. Beyers (Zeitschr. für Wünschelrutenforschung, November 1921, S. 52—53) für das Zusammenarbeiten untersagen dem Rutengänger die geologische Ausdeutung seiner Beobachtungen. Natürlich fällt damit die ganze Schwere der Verantwortung auf den Geologen. Man wird das aber sachlich nur gerechtfertigt nennen dürfen.

[1]) P. Range: Die Ergebnisse des Wassersuchens mit der Wünschelrute in Südwestafrika und im Orient. „Die Wünschelrute" 1920. Vgl. Ders.: Das Problem der Wünschelrute, Diskussion in der Ingenieur-Zeitung Sept. 1921, S. 313—315.

Zur Grundlegung der Ganzheitsforderung der Biologie.

Von H. Latzin, Atzgersdorf bei Wien.

[Nachdruck verboten.]

Mit 1 Abbildung im Text.

In Fortsetzung einer in der Zeitschrift für allgemeine Physiologie B. XIX H. 1/2 erschienenen Arbeit des Verfassers über organische Wahrscheinlichkeitstheoreme haben sich diesem einige merkwürdige neue Gesichtspunkte ergeben, die er, obwohl die funktionentheoretischen Untersuchungen über diesen Gegenstand noch nicht abgeschlossen sind, ihres allgemeinen Interesses halber doch in vorläufiger Fassung bekanntgeben möchte.

Es betrifft das Postulat der Personalganzheit der Organismen, wie Driesch das Faktum benannt hat.

Wir können unter Ganzheit dreierlei verstehen. Einmal Begriffsganzheit, diese kommt für uns als rein logisch nicht in Betracht. Sodann Wirkungsganzheit, wie es jede Maschine ist und schließlich Personalganzheit, die durch diesen Begriff zusammengefaßte Funktions- (Handels-) und Formwesenheit der Organismen.

Ich glaube von einer näheren Definition dieses Begriffes um so mehr absehen zu können, als ja in dieser Zeitschrift oft genug auf ihn hingewiesen wurde (siehe das Referat über Ungerer, Die Regulationen der Pflanzen.)

I.

Verfasser ging von der uns hier nicht weiter

berührenden metaphysischen Hypothese aus, daß die Ganzheit nur eine andere Form der Allheit, des Absoluten oder der Gesamtwelt sei, derart daß der im Raum und Zeit beschränkte Organismus die in seinem Innern sich abspielenden Vorgänge auf die Totalität des Raumes und der Zeit (= Welt) abbilde. Dann muß nämlich jedes Lebewesen auch eine Ganzheit sein; denn ein größerer Abbildungsraum als die Unendlichkeit ist nicht mehr möglich und ein kleinerer widerspräche der Abbildungsfunktion, die ein ganz bestimmt definierbarer mathematischer Begriff ist.

Als Veranschaulichung dieses unanschaulichen Theorems können wir eine unendliche Ebene heranziehen, die in unendlich viele kleine Rechtecke zerlegt ist.

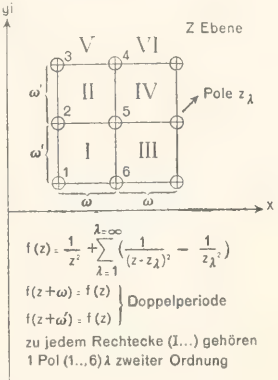
Teilen wir den Punkten dieser Ebene Z die Menge aller komplexen Zahlen z zu (Z als komplexe Zahlenebene), so wird durch eine gewisse Funktion f(z) jedes der Rechtecke nach den Regeln der Funktionentheorie umkehrbar, eindeutig und konform (=winkeltreu) auf die gesamte unendliche Halbebene von Z abgebildet; f(z) ist eine elliptische Funktion spezieller Art. Die Menge der Zahlen z ist ein Koordinatensystem (ein 2-dimensionales! $= x + yi$), ihre Rolle in der Gleichung erfüllen in der lebenden Substanz die Anschauungsformen des betreffenden Organismus. Wir fassen hier jegliche Anschauungsform, ohne auf ihre neuere erkenntniskritische Behandlung einzugehen, als ordnungsschematischen Begriff auf, deren einzelne Teile die Begriffsganzheit in sich, nicht unter sich enthält. Für den Organismus sind die Anschauungsformen scheinbar a priori vorhandene Ordnungsschemata, mit denen er seine Erlebnisse auf seine Totalität abbildet (oder begreift?). Und während wir jedes Koordinatensystem und die in ihm ausgeführten Funktionen in unserem Intellekte trennen müssen (die „Kurve" im Koordinatensystem ist eine fortwährende neue Assoziation zwischen Anschauungsform und Funktionsbegriff!), sind in der lebenden Substanz beide innig verbunden. Mit dem Kategoroid, wie wir diesen organischen Faktor aus einem gleich näher zu erörternden Grunde nennen wollen, ist die Unendlichkeitsabbildung und das dazugehörige Koordinatensystem zugleich gegeben, ein Hinweis darauf, daß Mathematik allein für Biologie ungenügend ist. — Die Gesetze des logischen Verbindens der erfüllten Anschauungsformen nannte Kant Kategorien (statt Gesetze ist vielleicht besser zu sagen Verknüpfungsformen!), und wir dürfen die Totalitätsfunktion f(z), das Vitalaxiom, als die den intellektuellen menschlichen Kategorien vorhergehende, den Anschauungsformen noch immanente Kategorie ansehen. Vitalaxiom deswegen, weil es wie ein Axiom einer Wissenschaft dem handelnden Leben als Richtschnur für sein Verhalten dient. Es ist der mathematische Ausdruck des Instinktes. Seine wesensheitliche Verbindung mit den Anschauungsformen ist eben das Kategoroid.

Soweit das psychoide Element unserer Untersuchung.

II.

Jede unendliche Ebene Z läßt sich so in unendlich viele gleichgestaltete und gleichgroße Figuren — Gebiete zerlegen, daß sie gleichmäßig und lückenlos von diesen überdeckt erscheint.

Aber nur in ganz bestimmt gestalteten solchen Gebieten Γ können durch eine Funktion f(z) alle Punkte im Innern von Γ eindeutig und umkehrbar den Punkten der ganzen Ebene Z zugeordnet werden. So also, daß die ganze Ebene Z auf jedes seiner Teilstücke abgebildet wird und umgekehrt.



Einfachste elliptische Funktion nach Weierstrass.

Eine solche Funktion heißt eine elliptische (vgl. obenstehende Figur). Der Mathematiker unterscheidet die unendliche Halbebene Z, auf die alle Γ durch f(z) abgebildet werden, von der Ebene der Gebiete selbst und nennt sie aus nicht näher zu erörternden Gründen die unendlichblättrige Riemannsche Fläche f(z). Dieser bei weiterem Eindringen in unsere Materie sehr wichtige Umstand kommt für den momentanen Bedarf zur vorläufigen Orientierung nicht in Betracht.

Rein funktionentheoretisch zerfällt jede elliptische Funktion f(z) in eine unendliche Summe von Teilfunktionen g(z), die selbst wieder von ihren sogenannten Polen, das sind Stellen in der Ebene Z, wo die Funktion unendlich wird, abhängig sind. Die Anzahl dieser Pole und deren funktionentheoretische Ordnung ist in jedem der Gebiete gleich. Aus der Lage der Pole in einem Gebiet kann nach dem Satze von Mittag Leffler die ganze Funktion f(z) bis auf einen additiven Bestandteil abgelesen werden. g(z) sind die sogenannten Hauptteile einer meromorphen Funktion.

Jeder Pol liefert für den Hauptteil einen bestimmten Bestandteil $\varphi(z)$, der, wenn nicht mehr als ein Pol im Gebiet oder allgemeiner der Doppelperiode Γ (wegen der Periodizität dieser Funktion f(z); in jedem Gebiet durchläuft sie ja alle ihre Werte, um im nächsten erneut zu beginnen) vorhanden ist, selbst zum Hauptteil wird. Wir haben also

$$f(z) = \text{Konstante} + \sum_{a \ldots x = 1}^{\infty} (\varphi_a(z) \ldots + \varphi_x(z)$$

a...x die verschiedenen Pole in der Periode, $\sum_{1}^{\infty}$ ihre gemeinsame Summe über alle Γ.

Die Gesamtfunktion ist also eine bloße Summe von gleichwertigen Teilen.

Sobald wir nur einmal die allgemeine Methode zur Entwicklung der Funktion $g(z) = \varphi_a(z) \ldots + \varphi_x(z)$ erkannt haben, können die Pole eines Γ beliebig angenommen oder ausgetauscht werden, jedesmal eine andere, aber ebenfalls eine elliptische Funktion ergebend. Ebenso, wie der Organismus eine ganzheitliche Summe der Funktionen oder Erbeigenschaften seiner Gene ist.

Die Gene sind in unserer Theorie diejenigen Punkte im Organismus, wo das Psychoid, das Kategoroid, mit der Materie zum innigsten Zusammenwirken gelangt. Materiell entsprechen den Polen oder Genen eines Gebietes Γ unserer f(z) die Determinanten. Daß hier der Angriffspunkt des Lebens an der Materie liegt, ergibt sich daraus, daß die Materie ebenfalls als eine Funktion des Absoluten mit diskreten Häufungspunkten ähnlich den Polen als Unendlichkeitspunkten anzusehen ist. Die daraus fließende metaphysische Theorie der Materie wird in dem zusammenfassenden Werke des Autors nachzulesen sein.

Jedes der Gebiete Γ einer Doppelperiode mit x singulären Stellen (oder Polen), die durch f(z) auf die Totalität abgebildet werden, ist ein Momentbild des Lebewesens f(z) in einem bestimmten, durch die Hauptteile $\varphi(z)$ festgelegtem Reizzustande. Diese Reizqualitäten φz sind die primären Sinnesqualitäten der Psychologie! —

Leben ist fortwährendes Fließen. Sein Wesen ist nicht allein seine Ganzheit, sondern ebensosehr auch die beständigen stationären Bewegungsvorgänge seiner selbst. Eines der Gebiete Γ nach dem anderen wird zum Momentanzustand des Organismus, ohne Rast werden sie vom Leben durchlaufen, fortdauernd den Reizzustand wechselnd, soweit die materielle Erfüllung der Gene mit den Determinanten der Veränderung folgen kann. Von dieser materiellen Menge, die den Genen koordiniert ist, hängt die Fassungskraft der primären Qualitäten, die Mneme ab.

Denn das Kategoroid an sich, diese immerwährende Setzung von Funktionen in der Totalitätsebene, hat keine Grenzen in seinem Flusse. Ihm steht die gesamte unendliche Ebene offen. Grenzen der unendlichen Möglichkeit fordert allein die Materie, deren Anhäufung oder Verschwinden am Wirkungsgebiete der Pole, wo die Funktion f(z) materielle Eigenschaften annimmt. Grenzen, die einerseits zwar wie alles Grenzhafte Einschränkungen sind, andererseits aber die Erreichung eines biologisch-zweckdienlichen Gebietes Γ mit der geforderten Reizzustand $\varphi_a(z) \ldots \varphi_x(z)$ (oder Polen) durch Vorhandensein der entsprechenden Determinanten sehr erleichtert. Überhaupt erst das bedingen, was statt der bisher behandelten statischen Ganzheit dynamische Ganzheit genannt werden kann. Das ist aber der eigentliche Inhalt des Lebens!

Das Gedächtnis als reine Funktion der Materie ist die Ursache der immerwährenden Verknüpfung des Lebens an sich, der wirkenden Ganzheitsbeziehung, mit der lebensfremden Materie.

Das Hinausfahren von Γ über das individuell mögliche Feld auf der Ebene Z führt zu neuen Organismen, vorläufig noch gleicher Art, die in einem konzentrischen Kreise um den Mutterorganismus gruppiert sind. Je weiter die Kreise werden, um so unähnlicher die Organismen. Die ganze Ebene Z repräsentiert die gesamte Lebensheit, also ein und dieselbe Totalität f(z) für alle Lebewesen, nach Driesch's Nomenklatur eine, und nur eine Entelechie, oder nicht metaphysisch, Ganzheit für alle Organismen.

Denn jedes Gebiet Γ, wo immer in der Ebene Z, wird durch f(z) auf die gleiche unendliche Ebene abgebildet.

Die strenge Fassung eines einheitlichen Lebens, das sich in vielen diskreten Organisationen objektiviert, und die mathematische Behandlung der Ganzheitsprobleme eröffnen der hier kurz skizzierten Methode exakter biologischer Forschung die Möglichkeit, die zum Fortschritt einer wirklich wissenschaftlichen Biologie unumgänglich nötige Philosophie in selbst für Nichtmetaphysiker einwandfreier Weise einzuführen.

Ein Weg, den zuerst gewiesen und begangen zu haben, Driesch's Verdienst ist. Denn Biologie ist im tiefsten Grunde ihres Wesens eigentlich Philosophie, das Problem der Realität, die Fragen der Erkenntnistheorie u. a. m. nur eine andere Formung zur Betrachtung des Kategoroids!

Einzelberichte.

Die Homologie der Wirbeltierkiemen.

Die Kiemenspalten der Wirbeltiere entstehen gewöhnlich zunächst als Ausbuchtungen des Schlunddarms, denen dann je eine Einbuchtung der Oberhaut entgegenkommt. Nach erfolgtem Durchbruch der Spalten bilden sich auf den

stehengebliebenen Kiemenbogen die wagerechten blutreichen Kiemenblättchen aus, deren Gesamtheit auf einem Bogen — die vorderen und die hinteren — je eine Kieme darstellt. Die bei dieser Sachlage oft schwer entscheidbare Frage, ob die Kieme Haut- oder Darmursprung hat, ist bisher verschieden beantwortet worden. Jacobshagen sucht sie einheitlich zu beantworten.[1]) Um das Ergebnis der Klarheit halber vorwegzunehmen: er entscheidet sich für den ektodermalen Ursprung des Kiemenepithels.

Beim Lanzettfisch gibt es über 100 Kiemenspalten, aber keine aus Blättchen bestehenden Kiemen an ihnen. Am komplizierten Blutverlauf in den Kiemenspalten ist für unsere Frage das wesentlichste, daß das Blut von unten her an der Außenseite des Bogens emporgetrieben wird und nach gewissen Verzweigungen der Gefäße mehr an der Innenseite nach oben abfließt. Mithin entsprechen die Außengefäße den Kiemenarterien der Wirbeltiere, und gerade über ihnen liegt besonders ausgebildetes Epithel von breiten, niedrigen Zellen auf sehr dünner Basalmembran. Wegen ihrer Außenlage ist kein Zweifel, daß sie der Haut angehören: „die Kiemenatmung der Akranier ist eine modifizierte Hautatmung".

Die Kiemenblätter der Fische entstehen allgemein als je eine vordere und eine hintere Reihe anfangs knopfartiger Büschel, die zunächst in kurze Fäden ausgezogen werden, hierauf sich wagrecht zur Gestalt des Kiemenblattes verbreitern. Stets entstehen sie an der Außenkante des Kiemenbogens, so bei Lungenfischen (Ceratodus) nach Greil, beim Stör nach Goette und bei Selachiern und Knochenfischen nach übereinstimmenden Angaben. Greil hat zwar trotzdem für Ceratodus dargelegt, daß nach seiner Ansicht die Kiemenblätteranlagen seitens dorthin gewanderter Entodermzellen, die sich durch ihren großen Dotterreichtum als solche erweisen, gebildet würden. Jacobshagen legt dar, daß er ebenso wie Marcus dieser Ansicht nicht folgen könne, der Dottergehalt könne durch physiologische Zustände innerhalb der Zelle modifiziert werden und beweise nicht entodermale Herkunft, zumal Jacobshagen alte Angaben vom Vorkommen von Plakoidschuppen auf den Kiemenblättern von Rochen oder von Teleostierschuppen auf denen von Orthagoriscus bestätige, und der histologische Aufbau der Kiemenblätter sich bei allen Fischen, einschließlich der Lungenfische, als homolog erweise.

Die Kiemenblättchen der Zyklostomen werden vom Verf. für sich abgehandelt: ihr feinerer Bau entspricht wiederum dem bei Fischen, doch gilt seit Goette 1901 ihre Entstehung für entodermal, da sie sich nicht auf der Außenkante der Kiemenbögen, sondern auf deren Vorder- und Hinterwand ziemlich weit entfernt vom Außenrande anlegen, insbesondere einwärts der hier wie immer im Außenrande gelegenen knorpeligen Kiemenbogenspange. Verf. macht nun darauf aufmerksam, daß das knorpelige Kiemenbögenskelett der Zyklostomen wohl nicht dem ganz anders gebauten der übrigen Fische gleichzusetzen sei, ferner daß der die Kiemenblättchen bildende Fleischteil des Bogens embryonal vorübergehend fast gänzlich vom Knorpelbogenteil getrennt ist und daß er wohl dem Außenteil eines Selachierkiemenbogens entsprechen könne, endlich daß nach Scheffer anscheinend ektodermale Epidermis in die Kiemenspalten hineingedrungen sei und im Kiemenblättchen tragenden Bereich das entodermale Flimmerepithel teilweise verdrängt habe. Somit würde auch hier der ektodermale Ursprung des Kiemenepithels wenigstens als eine Möglichkeit erscheinen, vorbehaltlich erneuter ontogenetischer Prüfung.

Die oft als „äußere Kiemen" bezeichneten Fadenkiemen der Embryonen der Selachier und einiger niederer Teleostier kommen für die hier behandelte Frage nicht in Betracht, da sie nur aus den Kiemenspalten nach außen herausragende Verlängerungen von Kiemenblättern sind, also denselben Ursprung haben müssen wie letztere.

Bei den wirklich äußeren Kiemen der Lungenfisch- und Krossopterygierembryonen jedoch, die sich übrigens bei Protopterus zum Teil bis ins Alter erhalten, und die bei den genannten beiden Fischgruppen wiederum untereinander übereinstimmenden feineren Aufbau zeigen, ist wesentlich, daß sie den Lungenfischen wiederum ohne Beteiligung der Entoderms und zwar als je eine knopfartige Erhebung auf der Außenkante der Kiemenbögen entstehen. Eine Art äußerer Kiemen fern von jeder Kiemenspalte, somit ganz sicher der Haut entsprossen, bildet übrigens das Männchen des Krossopterygiers Lepidosiren vor der Fortpflanzungszeit aus, indem dann die Medialfläche der hinteren paarigen Flosse sich mit blutreichen Knöpfchen oder Fädchen besetzt, was es vermutlich ermöglicht, der Brutpflege obzuliegen, ohne zu der sonst ja auch den Krossopterygiern gegebenen Lungenatmung greifen zu müssen. — Es ist, beiläufig bemerkt, klar, daß diese Ausbildung auch in Betracht kommt für die Frage der Ableitung der Fischflossen von Kiemenbögen.

Bezüglich der embryonal oder dauernd vorhandenen äußeren Kiemen der geschwänzten Amphibien, die gleichfalls als je ein Knötchen auf den Außenfläche jedes Kiemenbogens angelegt werden, liegt die Streitfrage ähnlich wie bei den inneren Lungenfischkiemen: auch sie wurden von Greil als Gebilde dorthin gewanderten Entoderms angesprochen, was Verf. mit Marcus nicht anerkennen möchte.[1]) Ähnlich bei

[1]) E. Jacobshagen, Die Homologie der Wirbeltierkiemen. Jenaische Zeitschrift Bd. 57, 1920.

[1]) Es dürfte auch in Betracht kommen, daß sie nach Maurer, Morphol. Jahrbuch Bd. 14, 1888, vor Durchbruch der Kiemenspalten entstehen, nachdem Ektoderm und Entoderm sich eben erst berühren. F.

den äußeren Kiemen der Froschkaulquappen;[1]) obwohl hier die Teilnahme entodermaler Elemente am Aufbau der Kiemen unumstritten ist: sie beweise nicht die Bildung der Kiemen durch das Entoderm. Nach ihrem Schwinden entwickeln sich bekanntlich an den Kiemenbögen gleichfalls vorübergehend neue Kiemen, die als innere zu bezeichnen sind, weil sie unter einer inzwischen entwickelten kiemendeckelartigen Hautfalte liegen. Sie entstehen wie Fischkiemen als je eine Knötchenreihe an der Vorder- und Hinterkante der Außenfläche jedes Kiemenbogens, gelegentlich auch mehr der Mitte seiner Außenfläche genähert. Hiernach wägt Verf., da jene Kante mit der Ektoderm-Entodermgrenze zusammenfällt, ab, daß der ektodermale Ursprung der wahrscheinlichere sei. Ekman gibt Greil, der auch hier entodermalen Ursprung annimmt, soviel zu, daß Entodermunterschiebungen auf der Außenfläche des Kiemenbogens vorkommen, hat aber nur selten einzelne Entodermzellen in den knötchenförmigen Kiemenanlagen beobachtet.

Franz.

Freie Ammonium-Radikale II.

Nachdem Weitz[2]) die Darstellung eines freien Ammoniumradikals gelungen ist, hat nunmehr H. H. Schlubach in Gemeinschaft mit F. Ballauf die Existenz des Tetraäthylammoniums und sogar die des Radikals Ammonium NH_4- selbst wenigstens in Lösung nachweisen können.[3]) Damit ist also auch das wichtige Ammonradikal seines nur hypothetischen Charakters entkleidet worden. Aus früheren Beobachtungen Schlubachs war hervorgegangen, daß die Farbe der Lösung von freiem Tetraäthylammonium, $(C_2H_5)_4N$-, blau ist. In dem Auftreten und dem Bestehen dieser Farbe hat man also zunächst einmal einen Anhalt für das Vorhandensein des Radikals. Dessen Darstellung ist lediglich eine Frage der experimentellen Geschicklichkeit. Wenn bei -70^0 eine Lösung von Tetraäthylammoniumjodid in flüssigem Ammoniak elektrolysiert wird, so tritt in bekannter Weise eine Wanderung der Ionen des Salzes ein:

$$(C_2H_5)_4NJ = (C_2H_5)_4N' + J'$$

Da das Tetraäthylammonium Ion positiv geladen ist, so scheidet es sich an der Kathode ab. Die Flüssigkeit um die Kathode wird also tiefblau. Die tiefblaue Lösung zeigte nun in der Tat alle Umsetzungen des erwarteten Radikals, verhielt sich also in hohem Grade ungesättigt. Mit Jod trat augenblicklich Entfärbung ein (Rückbildung des Tetraäthylammoniumjodids), mit Schwefel bildete sich alsbald das wasserlösliche Sulfid. Es ist also außer Zweifel, daß in der blauen Lösung wirklich Tetraäthylammonium der Formel $(C_2H_5)_4N$- vorhanden ist.

Die beschriebenen blauen Lösungen sind nicht beständig. Nach einigen Stunden schon sind sie entfärbt. Trotzdem geben sie auch dann noch die Reaktionen des freien Radikals. Auf Grund besonderer Versuche und in Analogie zu verwandten Erscheinungen muß man annehmen, daß sich alsdann die blaue in eine farblose Form des Radikals umgewandelt hat. Sie ist ebenfalls wenig stabil und zersetzt sich schon bei der Temperatur des siedenden Ammoniaks. Die farblose Form ist ein Dimeres der blauen, d. h. das hochgradig ungesättigte freie Radikal verkettet sich mit einem zweiten im Sinne der Beziehung:

$$\underset{\text{blau}}{2\,(C_2H_5)_4N\ldots} = \underset{\text{farblos}}{(C_2H_5)_4N\ldots N(_2H_5)_4}$$

Ganz entsprechende Verhältnisse sind von anderen Radikalen bekannt:[1]) so z. B. von Stickstoffdioxyd.

Nachdem also hiermit der Nachweis der Existenzmöglichkeit eines weitgehend substituierten Ammonradikals geliefert ist, kann es nicht verwundern, daß auch dem Ammonium selbst, d. h. der Gruppe NH_4.. eine gewisse, wenn natürlich auch sehr geringe Stabilität bei gewissen Bedingungen zukommt. Diesen wichtigen Nachweis zu liefern ist Schlubach und Ballauf ebenfalls gelungen und damit die Entscheidung einer chemisch-experimentellen Frage, die seit Davys Zeiten die besten Experimentatoren beschäftigt hat. Noch Ruff und Moissan verneinten die Existenzmöglichkeit des Ammoniums ganz. Wenn man nämlich das Ammonium aus einer Ammoniumchloridlösung in flüssigem Ammoniak mittels metallischen Kaliums in Freiheit zu setzen versucht im Sinne der Gleichung

$$NH_4Cl + K = KCl + NH_4\text{-},$$

so gewinnt man Ammoniak, indem sich das zunächst bildende Ammonium sofort zersetzt nach:

$$2\,NH_4 = 2\,NH_3 + H_2.$$

Es wird also Wasserstoff frei. Damit hat man gleichzeitig ein bequemes Mittel, die Zersetzung, bzw. die Bildung von Ammonium festzustellen. Wenn nun Schlubach eine sehr verdünnte Lösung von Kaliummetall in flüssigem Ammoniak in eine ebenfalls wenig konzentrierte Ammoniaklösung von Ammoniumchlorid bei -70^0 und unter Beobachtung größter Vorsicht zutropfen ließ, so entfärbte sich jeder Tropfen der blauen Kaliumlösung unter lebhafter Reaktion sofort, ohne daß Wasserstoff entwickelt wurde! Hier ist also zum ersten Male die Darstellung freien Ammoniums gelungen, und zwar der farblosen Form, denn an sich müßte analog dem Obigen das Ammonradikal natürlich blau sein. Der analytische Nachweis freien Ammoniums ließ sich wieder durch den momentanen Umsatz mit Jod führen.

H. Heller.

[1]) Sie entstehen unmittelbar nach Durchbruch der Kiemenspalten. F.

[2]) Naturw. Wochenschr. N. F. XXI.

[3]) Ber. d. d. chem. Gesellsch. 54, S. 2811 und 2825. 1921.

[1]) Vgl. Anmerkung 2.

Bücherbesprechungen.

Czapek, Prof. Dr. Fr., Biochemie der Pflanzen. 2. umgearbeitete Auflage. Bd. II und III. Jena, G. Fischer. 66 bzw. 110 M.

Der erste Band der 2. Auflage dieses hervorragenden und in den Kreisen der Biologen und Chemiker wohlbekannten Buches erschien bereits 1913. Nach verhältnismäßig langer durch den Weltkrieg bedingter Pause erschien 1920 der 2. und überraschend kurz darauf der 3. Band, sodaß jetzt das Buch vollständig vorliegt. Leider hat der Verfasser sich des vollendeten Werkes nicht lange freuen können; kaum als Nachfolger W. Pfeffers nach Leipzig berufen, wurde er vom Tode ereilt.

Czapeks Werk ist der erste umfassende Versuch, den Chemismus der Pflanze in seinem physiologischen Zusammenhange kritisch darzustellen, und bedeutet gewissermaßen die Fortsetzung und den Ausbau der berühmten Pflanzenphysiologie seines Lehrers nach der chemischen Seite hin. Ein ungeheures Tatsachenmaterial ist hier, geordnet unter pflanzenphysiologische Gesichtspunkte zusammengetragen zu einem Buche, das, wenn auch gewiß nicht in allen Teilen gleichmäßig, doch überall in seiner Anlage originell ist und noch auf lange Zeit ein unentbehrliches Hilfsmittel für physiologische und biochemische Forschung darstellen wird.

Im zweiten, 541 Seiten starken Bande wird zunächst die Darstellung der im aufbauenden pflanzlichen Stoffwechsel entstehenden Stoffgruppen fortgesetzt. Es wird der Gewinn der stickstoffhaltigen organischen Substanzen, namentlich der Proteide, geschildert, wie er sich bei Bakterien, Pilzen und grünen Pflanzen vollzieht. Bei letzteren werden auch die Stoffumsetzungen bei der Keimung, die Mobilisierungs- und Speicherungsprozesse usw. ausführlich erörtert. Dann folgt im IV. Teil die Darstellung der Rolle, die die Mineralstoffe im pflanzlichen Stoffwechsel spielen, die ebenfalls für die einzelnen Gruppen der Pflanzen sowie für einzelne Organe, wie Samen, Knollen, Laubblätter, Wurzeln gesondert durchgeführt wird.

Der dritte Band von 852 Seiten Umfang enthält den Chemismus des abbauenden Stoffwechsels. Er beginnt mit den mit Sauerstoffaufnahme verknüpften Vorgängen der Atmung, die zunächst allgemein physiologisch geschildert werden, und geht dann über zu den mannigfaltigen weiteren oxydativen Prozessen, die sowohl nach den Materialien, die ihnen unterliegen, als auch nach den gebildeten Stoffen abgehandelt werden. Daran schließen sich die intramolekularen Atmungsvorgänge, zu denen die Reduktionsvorgänge der Sulfate und Nitrate reduzierenden Bakterien sowie vitale Reduktionen von Kohlenstoffverbindungen und der Chemismus der Buttersäuregärung gerechnet werden, während auffallenderweise die typischen Fäulniserreger und das klassische Objekt, die Hefe, in diesem Zusammenhange nicht berücksichtigt werden. Die Alkoholgärung ist vielmehr im ersten Bande bei der Aufnahme von Kohlehydraten durch Pilze, die Fäulnis dagegen im zweiten Bande oben beim Eiweißabbau behandelt, was wohl nicht ganz zweckmäßig ist, da so sinngemäß zusammengehöriges getrennt wird. Es folgen dann die Produkte, die man gewöhnlich als Endprodukte auffaßt und die Czapek geradezu als „Ausscheidungsprodukte bezeichnet, zunächst die N-haltigen wie die Senföle, die Purinderivate, Glukoside, Pyridinbasen usw. Schließlich finden die außerordentlich mannigfaltigen stickstoffreien zyklischen Kohlenstoffverbindungen, die Farbstoffe, Gerbstoffe, Glukoside, Benzolderivate, Terpene, Harze, Kautschuksubstanzen eine eingehende Behandlung.

Besonders hervorzuheben ist, wie überall auch die historische Entwicklung der Kenntnisse berücksichtigt wird.

Umfangreiche Nachträge und Ergänzungen sowie ein ausführliches Inhaltsverzeichnis machen den Beschluß. Miehe.

Uexküll, J. v., Umwelt und Innenwelt der Tiere. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 16 Textabbildungen. 224 Seiten. 8°. Berlin 1921, Julius Springer. Preis 48 M., geb. 54 M.

Die Neuauflage des v. Uexküllschen Buches ist um anschauliche (nicht originale) Habitusbilder vermehrt. An Stelle des Kapitels über den Reflex ist eins über den Funktionskreis getreten. Von sonstigen Änderungen und Verbesserungen sei erwähnt, daß ein Kapitel über die Pilgermuschel hinzugekommen ist. Die physiologischen oder, wie der Verf. sie nennt, biologischen Forschungen v. Uexkülls an den verschiedensten Wirbellosen, unter häufigem experimentellem Eingriff in das Nervensystem, haben stets die verdiente Beachtung gefunden; ihr Ziel ist, die Reaktionsweise des Tieres im Einklang mit seinen Lebenserfordernissen zu verstehen, und ihr allgemeines Ergebnis besteht darin, daß das Tier nur auf die ihm vermöge seiner Sinnesorgane gegebene Umwelt, auf diese aber vollkommen eingestellt ist. Nehmen wir einmal als Beispiel die Pilgermuschel. Sie hat zwei sehr verschieden große Schließmuskeln. Der kleinere ist der „Sperrmuskel", er schließt die beiden Klappen fest aufeinander. Reizt man die linke Kommissur zwischen Zerebral- und Viszeralganglion und durchschneidet dann die Nervenverbindung zwischen letzterem und dem Muskel, so bleibt er dauernd verkürzt oder „gesperrt". Reizt man aber vor Durchschneidung der Nerven die rechte Kommissur zwischen jenen beiden Ganglien, so hebt dies die Sperrung des Muskels auf. Der große Muskel ist dagegen der Bewegungsmuskel, der die schwimmende Bewegung der Muschel durch wiederholten Schalenschlag bewirkt. Bei seiner Tätigkeit ist der Sperrmuskel

stets schlaff. Er untersteht dem Viszeralganglion und wird namentlich durch Reizung der bekannten Mantelrandaugen in Bewegung gesetzt. Verdunkelung läßt nämlich die das Auge umgebenden Tentakeln auseinanderschlagen; nähert sich der die Verdunkelung hervorrufende Körper im Tempo eines Seesterns an, so flattern ihm alsdann die Tentakeln entgegen. Sobald er sie berührt, arbeitet der Bewegungsmuskel, und die Muschel schwimmt eilends davon. „Der Feind wird in eine Reihe aufeinanderfolgender Merkmale zerlegt, die eine Reihe von Handlungen auslösen." Der oft als rudimentär angesprochene Fuß dient in Wahrheit als Wischtuch, um größere Fremdkörper von den Kiemen fortzufegen. — Bezüglich der Manteltiere legt v. Uexküll dar, daß der ziemlich einfache Organismus einer Ciona über einen durch Reizung der Kiemenhöhle hervorgerufenen Ausspeireflex und einen beide Öffnungen im Falle von deren Reizung verschließenden Schutzreflex verfügt, daß das bekannte Gehirnganglion den Tonus der gesamten Muskulatur dauernd herabsetzt, denn nach seiner Entfernung verfallen sie in Kontraktionsstarre oder „Sperrung", daß ferner nur bei vorhandenem Ganglion Reizung der einen Öffnung fast gleichzeitigen Verschluß beider bewirkt, während bei fehlendem nur energische Reizung langsam zur gleichen Wirkung führt, dies augenscheinlich vermöge eines allgemeinen Nervennetzes, und daß die durch den Schutzreflex eintretende Steigerung des Wasserdrucks im Innern die Erregung herabsetzt, also den Reflex bald wieder aufhebt. Die Merkwelt einer Ciona besteht hiernach „bloß aus Schädlichkeiten", während „alle gute Nahrung reizlos in den Körper wandert". v. Uexküll meint wohl nicht wirklich, daß die Maschine einer Ciona ganz so einfach sei, sondern es handelt sich mehr um das Prinzip, Tier und Umwelt aufeinander zu beziehen. Man könnte z. B. in seiner Analyse die positiv phototropische Lichtreaktion, die auf auch hier vorhandenen Mantelrand-Lichtsinnesorganen beruht, vermissen. — In ähnlicher Weise werden mehr als ein Dutzend Tierformen behandelt.

Die Schreibweise des Verf.s im vorliegenden Buche, wo er den Leser stets vom Alltagswissen ungezwungen in die Gelehrsamkeit, und zwar ebensowohl in v. Uexkülls eigene Untersuchungen wie in einschlägige anderer Forscher, hineinführt, dient der Verbreitung dieser anziehenden Kenntnisse gut. Es ist nicht schwer, sich mit der manchmal eigenen wissenschaftlichen Terminologie des Verf.s zu befreunden. „In der Umwelt eines Tieres gibt es nur Dinge, die diesem Tier ausschließlich angehören." Dieser Satz scheint mir der wichtigste von den 21 Schlußsätzen des Buches. Offenbar in diesem Gedanken findet der Verf. denn auch zur Tropismenlehre, die doch von einer ganz entgegengesetzten Auffassung ausging, eine allerdings nicht ganz klare Stellungnahme.

Der Verf. steht unter „dem frischen Eindruck, den der Sturz des Darwinismus in uns allen hervorgerufen hat". Daß aber der Darwinismus gestürzt sei und „die Erfolge eines halben Jahrhunderts heute unwesentlich" sind, wird vom Verf. eben nur als seine Meinung hingestellt und keineswegs begründet. Es müßte denn sein, daß der Verf. meint, der Darwinismus sei gleichbedeutend mit der wenige Zeilen später gleichfalls von ihm bekämpften „Lehre von der Vervollkommnung der Lebewesen". Diese ist aber nur ein kleiner Teil vom Inhalt des Darwinismus, allerdings derjenige, den viele Biologen heute als den verfehltesten der ganzen Entwicklungslehre betrachten, zugleich derjenige, der scheinbar durch den ganzen Inhalt des v. Uexküllschen Buches widerlegt wird. Und doch wird er dadurch keineswegs widerlegt. Nehmen wir einmal als Beispiel die Manteltiere: v. Uexküll leitet das oben referierte Kapitel über diese Tiere mit auszugsweise folgenden Worten ein: „Die freischwimmenden Larven berechtigen zu den schönsten Hoffnungen. Und dann dieser Rückschlag! Ja sie wirken in dieser moralischen Beleuchtung fast wie ein warnendes Beispiel. Und doch ist diese ganze Auffassung lächerlich." Wirklich? Wenn wir uns, wie es der Verf. in anderem Sinne für notwendig hält, „zu einem übermomentanen Standpunkte erheben", so wird man kaum bezweifeln, daß die Fische längeren zahlreichen Bestand im Meere haben werden als die Aszidien, und jedenfalls sind sie bis heute schon viel zahlreicher, und für viele ähnliche Verhältnisse im Organismenreich ist ganz dasselbe auch aus der Paläontologie abzulesen, die leider bei den Manteltieren versagt. Der Physiologe täte gut, auch der Frage nachzugehen, worauf dies beruht. Bei Jordan, den v. Uexküll oft erwähnt, finden sich Ansätze dazu.

v. Uexkülls Buch soll daraufhin nicht weniger empfohlen sein. Zweifellos spricht es aber in diesem Punkte aus einer Zeitströmung, die auf Unkenntnis der phylogenetischen Tatsachen beruht.

V. Franz, Jena.

Literatur.

Neeff, Friedrich, Prolegomena zu einer Kosmologie. Tübingen '21, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck). 9 M.

Bavink, Bernhard, Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. 2. Aufl. Leipzig '21, S. Hirzel. 63 M., geb. 75 M.

Inhalt: Edw. Hennig, Geologie und Wünschelrute. S. 49. H. Latzin, Zur Grundlegung der Ganzheitsforschung der Biologie. (1 Abb.) S. 50. — **Einzelberichte** Jacobshagen, Die Homologie der Wirbeltierkiemen. S. 52. H. H. Schlubach und F. Ballauf, Freie Ammonium-Radikale II. S. 54. — **Bücherbesprechungen**: Fr. Czapek, Biochemie der Pflanzen. S. 55. J. v. Uexküll, Umwelt und Innenwelt der Tiere. S. 55. — **Literatur:** Liste. S. 56.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 29. Januar 1922. | Nummer 5.

Die logische Stellung der Biologie im System der Wissenschaften.

(Über den logischen Charakter der Biologie.)

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. Adolf Meyer, Hamburg.

Wie jede Definition oder jedes Theorem in der Wissenschaft, zu der es gehört, eine ganz bestimmte, nur ihm eigentümliche logische Stelle einnimmt, so behauptet auch jede Wissenschaft als solche im Systeme aller Wissenschaften einen ganz bestimmten, nur ihr zukommenden, logisch eindeutig charakterisierbaren Platz. Das System der Wissenschaften ist vielleicht am ehesten einer gewaltigen musikalischen Symphonie vergleichbar. Die speziellen Wissenschaften sind dann charakterisiert durch die verschiedenen Instrumente, aus deren Zusammenwirken dann eben jenes gewaltige Symphoniekonzert resultiert, das wir menschliche Wissenschaft heißen. Wenn es dann auch hin und wieder nicht an Dissonanzen fehlt, wer wollte sich darüber wundern, der weiß, wie jeglichem Menschlichen eine gewisse Unvollkommenheit anhaftet. Zudem ist die Komposition der Wissenschaft ja nie vollendet.

Im Folgenden soll nun versucht werden, den eigentümlichen Charakter, den das Biologie genannte Instrument in jene Symphonie hineinträgt, sauber für sich herauszuarbeiten. Wie der geübte Musiker in der Lage ist, aus einem Konzert ein einzelnes Instrument stets deutlich herauszuhören, auch da, wo es nicht „die erste Geige spielt", so wollen wir ein gleiches mit der Biologie versuchen. Es handelt sich hier also, wohlverstanden, nicht darum, das Verhältnis der Biologie zu ihren Schwesterwissenschaften genauer zu bestimmen, sondern wir wollen zunächst nur das engere Problem in Angriff nehmen, die logischen Koordinaten, die die logische Stellung der Biologie im Systeme der Wissenschaften determinieren und damit ihren logischen Charakter konstituieren, genauer festzustellen.

Das, was jede Wissenschaft in ihrem innersten Gefüge, in ihrer logischen Struktur letzten Endes konstituiert, ist ihr Ideengehalt. Unter einer **Idee** im logischen Sinne soll daher im folgenden stets ein solches Logisma[1]) verstanden werden, das den spezifischen Charakter einer Wissenschaft in programmatischer Weise beschreibt, das also auch das Ziel kennzeichnet, dem eine Wissenschaft mit den ihr eigentümlichen Logismen zustrebt. In diesem auf ein besonderes, den derzeitigen Bestand einer Wissenschaft übergreifendes theoretisches Ziel Gerichtetsein erblicke ich das logische Charakteristikum einer Idee. Nur dadurch unterscheiden sich meines Erachtens Ideen von jenen Logismen, die, wie Theorien, Hypothesen, Empirismen, Prinzipien, Axiome usw., es sich lediglich angelegen sein lassen, den gegenwärtigen Bestand einer Wissenschaft möglichst zweckmäßig, d. h. benutzbar, darzustellen.

Durchmustert man nun nach solchen beherrschenden Ideen das System der Naturwissenschaften von der Geometrie bis zur Soziologie, so heben sich meines Erachtens zwei wohl charakterisierte, als Gegenpole funktionierende Ideen ganz besonders deutlich ab. Es sind dies die Ideen der Mathematik und der Historie, die Mathematisierung und die Historisierung aller Empirismen, oder metaphysisch gesprochen, der mathematische und der historische Anblick oder besser Durchblick durch die Welt. Beiden Ideen gemeinsam ist das grandiose Bestreben, das Ganze der Welt und des Lebens in ihre logischen Netze einzufangen. Dabei stehen sie in fundamentalem Gegensatz zueinander. Wo die eine von ihnen unumstritten herrscht, hat die andere ihr Recht verloren, und wo die eine sich schwach erweist, fühlt sich die andere unendlich stark. Hätte eine von ihnen das leidenschaftlich erstrebte Ziel, alles Wirkliche absolut zu durchdringen, je erreicht, so würde die andere damit endgültig erledigt sein. Da aber bei der Unendlichkeit des Universums und der Begrenztheit alles Menschlichen ein solches Ziel schwerlich je erreicht wird, so wird der Kampf beider Ideen um jedes Stück der Wirklichkeit ein ewiger sein. Trotz ihrer Totfeindschaft sind sie beide doch voneinander abhängig und aufeinander angewiesen, ja oft schließen sie infolgedessen auf Zeit ein friedliches Kompromiß, indem in noch strittigen Gebieten jede von ihnen das zu leisten sich bemüht, was den Kräften der andern versagt geblieben ist. Würde übrigens eine von ihnen je das absolute Ziel erreichen, so hätte sie die andere damit nicht nur endgültig besiegt, sondern in einem höheren Sinne überflüssig gemacht und überwunden; denn jede Frage, die die Überwundene nur hätte stellen können, müßte in dem angenommenen unwahrscheinlichen Falle ja von der Siegerin beantwortet sein. So würde ein endgültiger Sieg der einen im Grunde auch eine versöhnende Vollendung der anderen mit sich bringen. Allein es ist gut, daß es soweit nie kommen wird, denn was gäbe

[1]) „Logisma" nenne ich jedes logisch charakterisierbare Element einer wissenschaftlichen Theorie, z. B. Konstanten, Gleichungen, Syllogismen usw. Vgl. diese Zeitschrift Nr. 50 1920 und Nr. 25, 1921.

es noch Anziehendes für den Geist des Menschen, wenn der Kampf der Ideen fortfiele.

Jede von beiden hat ihre Domäne, in der sie wurzelt, aus der sie immer aufs neue Kraft schöpft für ihre stets wiederholten Vorstöße ins unbekannte Land. So ist die Mathematik in der sog. Naturwissenschaft beheimatet. Das meint auch Kant, der geniale Schöpfer der modernen Logik, wenn er einmal sagt, daß in jeder echten Naturwissenschaft nur soviel wahre, eigentliche Wissenschaft angetroffen werde, als sie Mathematik enthalte. Demgegenüber ist die Historie in den sog. Geisteswissenschaften verankert. Gleichwohl ist es absolut unzulässig, zwischen beiden Gebieten prinzipiell unübersteigbare Grenzen zu ziehen. Denn wie bisher wird die Entwicklung der Wissenschaften auch fernerhin alle prinzipiellen Schranken für nichts achten. Wer wollte so vermessen sein, der Zukunft unabänderliche Wege vorzuschreiben? Es ist infolgedesssen auch nicht zulässig, den hier geschilderten Ideengegensatz auf eine so einfache logische Formel wie den Gegensatz des „Nomothetischen" und „Idiographischen", den die Badische Philosophenschule[1]) herausgearbeitet hat, zu bringen. Gewiß ist hier ein bedeutsames Motiv in unserer Ideensymphonie mit bewundernswerter Klarheit herausgehört worden, ein Motiv, welches zudem für die gegenwärtige Situation der Wissenschaften besonders typisch ist; gleichwohl ist es, wie ja auch die Diskussion jener geistvollen These deutlich ergeben hat, unmöglich, den uns beschäftigenden grandiosen Ideengegensatz in eine so einfache Formel einzufangen. Man kann eine Idee eben nicht ohne Gewaltsamkeiten auf eine so glatte Formel bringen. Man muß sie schon von verschiedenen Seiten her betrachten. Eine andere, aber auch wieder für sich allein unzulängliche Formulierung unseres Ideengegensatzes würde es sein, wenn man in der Mathematik und ihren Abkömmlingen die Welt des Quantitativen und ihre Ausbreitung, in der Historie dagegen die des Qualitativen sehen wollte. Auch das beschreibt unfehlbar manche Eigentümlichkeiten unserer Ideen, erschöpft sie aber auch nicht, denn die Mathematik hat längst aufgehört, eine Wissenschaft des nur Quantitativen zu sein. Man denke doch nur an den Zahlbegriff der Mengenlehre, der enorm qualitative Eigenschaften hat, oder an den Logiccalcül überhaupt, der die Synthese zwischen der Mathematik und den Qualitäten der Logik immer enger zu gestalten im Begriffe ist. Auch können die Begriffspaare intuitiv (Historie) — discursiv (Mathematik) oder Welterkenntnis auf den Wegen von „Außen nach Innnen" (Mathematik) und von „Innen nach Außen" (Historie) unser Problem nicht restlos erschöpfen. Am ehesten wäre dazu vielleicht noch der letztgenannte Gegensatz[1]) imstande. Dafür ist er dann aber auch reichlich unbestimmt gehalten und insofern für wissenschaftliche Zwecke nicht zu gebrauchen. Metaphysisch gibt er ja fraglos gewisse Perspektiven. Man sieht, es ist nicht möglich, den Gegensatz Natur—Geist, oder wie das Problem in logischer Formulierung lautet, den Geltungsbereich von Mathematik und Historie auf endgültige Formeln zu bringen. Es handelt sich hier eben nicht um ein für allemal lösbare Probleme, sondern um „Ziele" der Wissenschaften. Es gibt also keine prinzipielle Grenze zwischen Natur- und Geisteswissenschaften. Wer ihr Wesen kennen lernen will, muß sich nicht an bloßen Formeln genügen lassen, sondern die in ihnen wirksamen grandiosen Ideen der Mathematik und Historie auf ihre Arbeit begleiten und unvoreingenommen ihr Tun betrachten. Was er dabei an bequemen, aber inhaltsleeren Definitionen verliert, wird ihm reichlich ersetzt werden „durch den Zauber der Wirklichkeit, der ihre Schöpfungen schmückt", durch die berauschend schönen Perspektiven, die sie der Forschung stellen.

Verfolgen wir zunächst einmal in kurzen Zügen die Idee der Mathematik auf ihrer Reise durch die Welt. Ihr Ziel ist die immer mehr fortschreitende Mathematisierung der Naturwissenschaften. Dieser logische Prozeß ist freilich bekannter unter einem anderen Schlagwort, der mechanistischen Naturforschung nämlich. Gleichwohl sind beide Ideen, wie ich andern Orts[2]) nachzuweisen mich bemüht habe, im Wesen identisch. Wie z. B. die Mathematisierung in den verschiedenen Naturwissenschaften in logisch verschiedenem Grade auftritt, so auch die mechanistische Idee. Gewiß ist die Mathematisierung bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Verwirklichung des mechanistischen Prinzips. Ist doch Mathematisierung zunächst, rein als Anwendung aufgefaßt, nur etwas Formales, während das mechanistische Postulat stets inhaltliche Bestimmungen mitbringt. Gleichwohl ist die äußerliche Mathematisierung als Anwendung nicht die logisch höchst mögliche Gestalt der Idee der Mathematik. In höchstem Sinne mathematisiert ist vielmehr eine Wissenschaft nicht schon dann, wenn sie mathematische Rechnungsarten und Gleichungssysteme verwendet, sondern erst dann, wenn ihr Axiomensystem in irgendeiner bestimmten Form auf das mathe-

[1]) Man vergleiche: W. Windelband, „Geschichte und Naturwissenschaft". Rede, Straßburg 1894. — H. Rickert, Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung, 2. Aufl., 1913; Kulturwissenschaft und Naturwissenschaft, 3. Aufl., 1915. — Zur Kritik: E. Troeltsch, „Über Maßstäbe zur Beurteilung historischer Dinge". Rede, Berlin 1916; „Über den Begriff einer historischen Dialektik. I. Windelband-Rickert". — Histor. Zeitschr. Bd. 119, 1919, Heft 3. — Auf Kroners Bücher komme ich später zurück.

[1]) Dieses Begriffspaar hat der Verf. in zwei, schon vor 2 Jahren geschriebenen, aber noch unediert beim „Archiv f. syst. Philos." liegenden Aufsätzen: a) „Logik und Naturwissenschaft", b) „Zur Metaphysik der Wissenschaft" behandelt. Metaphysisch interessierte Leser seien darauf hingewiesen.

[2]) Vgl. „Die mechanistische Idee in der modernen Naturwissenschaft". Naturw. Wochenschr. Jahrg. 1920, Nr. 50.

matische, speziell geometrische Axiomensystem fest bezogen ist. Diesen Prozeß hat ja erst jüngst, worauf vor allem Hilbert[1]) hingewiesen hat, die moderne Relativitätstheorie für die Physik geleistet, wodurch diese „eine Wissenschaft vom Range der Geometrie" geworden ist. Die Geometrie kann nämlich bekanntlich schon lange den Anspruch erheben, die im höchsten Sinne mathematisierte Naturwissenschaft darzustellen. Der Streit, ob die Geometrie eine apriorische oder empirische Wissenschaft ist, ist nämlich nicht nur völlig müßig, sondern enthält auch eine ganz falsche Problemstellung. Insofern als sie im höchsten Sinne — axiomatische Grundlage mit mathematischen Deduktionen — mathematisiert ist, ist sie selbstverständlich eine aprioriische Disziplin. Insofern aber, als sie Naturwissenschaft ist und Empirismen in ihren Axiomen (Parallelprinzip!) verwendet — darauf, daß diese Empirismen nur in den Axiomen verwendet werden, kommt es hier an! —, ist die Geometrie auch eine empirische Disziplin. Denn Empirie und Apriorität schließen sich durchaus nicht aus. Jede Naturwissenschaft, und wenn Hilberts Diagnose richtig ist, erleben wir das zurzeit ja mit der Physik, kann eine apriorische Disziplin werden, in dem Augenblick nämlich, wo sie logisch eine axiomatische Gestalt annimmt. Für diese ist es wesentlich, daß die fragliche Wissenschaft das, was sie auch an Empirismen bedarf, nur noch in axiomatischer Gestalt verwendet, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß alle Axiome Empirismen sein müßten. Ein großer Teil ist es jedenfalls. Alles übrige vollzieht sich in einer apriorischen Wissenschaft dann nur noch in Form rein logischer oder mathematischer Ableitungen, zumeist in den Naturwissenschaften in Gestalt von Differentialgleichungen. Wir haben das geometrische Problem hier deshalb so eingehend erörtert, weil es, wie es gegenwärtig für die Physik akut geworden ist, über kurz oder lang auch einmal für die Biologie bedeutsam werden kann. Denn wie alles in der Welt vollzieht sich auch die logische Entfaltung einer jeden Wissenschaft in streng gesetzmäßiger Weise, der näher nachzugehen eben ein nicht unwesentliches, obschon noch nicht genügend beachtetes Problem einer jeden Logik ist.

Die Entfaltung der „mechanistischen" Idee in den einzelnen Naturwissenschaften ist nun, wie gesagt, nichts anderes als die Mathematisierung in unserem logisch höchsten Sinne, dessen Ziel eben auf eine Assimilation der Axiome der betreffenden Naturwissenschaften an die Axiome derjenigen Naturwissenschaft, deren Mathematisierung als bereits abgeschlossen gelten kann, der Geometrie nämlich, hinausläuft. Es ist übrigens charakteristisch für diesen der Geometrie seit Euklid eigenen Charakter, daß man es fast vergessen hat, daß die Geometrie trotz ihrer aprioriisch-demonstrativen Konstitution dennoch eine Naturwissenschaft, die vom Raume nämlich, ist. Sonst hätte man den Prozeß der Mathematisierung, der nach der Geometrie zunächst in der Mechanik gewaltige Eroberungen machte, ja nicht „Mechanismus", sondern „Geometrisierung" nennen müssen. Dieser Begriff kommt erst heute, wo die Physik im Begriffe steht, sich zu einer „Weltgeometrie" auszugestalten, zu der ihm zukommenden logischen Bedeutung.

Von Geometrie und Physik kann man also oder wird man, wenn nicht alles trügt, bald sagen können, daß sie den Zustand höchster Mathematisierung erreicht haben. Daß sie damit nicht „reine" Mathematik geworden sind, braucht wohl nicht besonders mehr betont zu werden, da sie ja zum Unterschied von der „reinen" Mathematik in ihren Axiomen solche von unzweifelhaft empirischer Dignität stets behalten werden. Das hindert wieder nicht, daß gleichwohl eine Tendenz in diesen empirisch fundierten und aprioriisch-demonstrativ konstituierten Wissenschaften wirksam bleibt, die dahin geht, die Empirismen unter den Axiomen in ihrer Zahl auf ein Minimum zu beschränken. Das folgt ohne weiteres aus dem Streben nach Apriorität, für das es ja nur einen anderen, geläufigen Ausdruck bedeutet, wenn man verlangt, immer mehr Empirismen, die einstweilen noch als „unabhängig" voneinander gelten und darum logisch noch unentbehrlich sind, als abhängig oder besser ableitbar von anderen aufzuweisen. Je weniger unabhängige Empirismen noch in den Axiomen vorhanden sind, desto weiter ist eine Wissenschaft fortgeschritten auf dem Wege der Mathematisierung. Nur muß man sich dann sehr davor hüten, in diesen wenigen gebliebenen empirischen Axiomen und den deduktiven Methoden, mit deren Hilfe aus ihnen die abhängigen Empirismen errechnet werden können, so etwas wie ein „Abbild", im Sinne der primitiven Abbildtheorie, der wirklichen Zustände und Vorgänge sehen zu wollen. Das führt letzten Endes zu jenen gemachten Schwierigkeiten und Problemen, die der Philosophie Bergson's oder auch den damit innerlich verwandten Bemühungen eines Driesch oder Köhler[1]) zugrunde liegen. Besonders Köhler hat in seinem außerordentlich dankenswerten und gerade für theoretisch interessierte Biologen besonders instruktiven Buche die sich aus solcher Auffassung vom Wesen der Naturwissenschaft, der er wohl unbewußt anhängt, ergebenden Schwierigkeiten für die mathematische Theoretisierung der Natur wohl am eindringlichsten aufgespürt. Aber alle diese zurechtgemachten Probleme fallen, wenn man sich völlig darüber klar wird, daß es nie und nimmer Aufgabe

[1]) „Die Grundlagen der Physik I." — Nachrichten von der Ges. d. Wiss. zu Göttingen. Math.-phys. Kl. 1915.

[1]) „Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. Eine naturphilosophische Untersuchung." Braunschweig 1920.

der Naturwissenschaft ist, die Wirklichkeit zu beschreiben. Einziges Ziel ist, sie zu beherrschen. Wenn ich sie nur allen meinen irgendmöglichen theoretischen und praktischen Zwecken — das ist also kein Pragmatismus! — nutzbar machen kann, dann ist es mir vollkommen gleichgültig, wie sie „an sich", „im Innersten", ihrem „Wesen" nach beschaffen ist. Darüber mehr oder weniger nützliche Betrachtungen, deren Wert und Notwendigkeit für die Ethik wir keineswegs leugnen wollen, anzustellen, muß den Metaphysikern überlassen bleiben. Für die Wissenschaft ist die Metaphysik — darin sind wir völlig Positivisten im Sinne Machs — noch stets vom Übel gewesen.[1]) Es ist daher auch niemals eine sinnvolle Aufgabe für naturwissenschaftliche Deduktionen, z. B. das Resultantengesetz, wirkliche Vorgänge erschöpfend wiederzugeben. Wenn sie nur die jeweils verlangten Empirismen, Konstanten, also zumeist Maßzahlen, soweit sie für den bestimmten theoretischen oder praktischen Zweck in Frage kommen, rechnerisch richtig ableiten, haben sie ihre Schuldigkeit getan. Mehr kann billiger Weise nicht von ihnen verlangt werden. Darüber hinaus können sie keine Wirklichkeit wiedergeben oder abbilden. Die Wirklichkeit selbst ist, das zeigt die ganze Geschichte ihrer bisherigen logisch-mathematischen Bewältigung, prinzipiell unausschöpfbar, nicht abbildbar, nicht wiederzugeben oder an sich zu beschreiben, „irrational", wie die Metaphysiker sagen, oder kontingent, wie wir als vorsichtige Logiker dergleichen logische Prozesse stets nennen wollen. Der Begriff der Kontingenz wird leider in den herrschenden logischen und erkenntnistheoretischen Richtungen mit Ausnahme des vortrefflichen Emile Boutroux, der ihn benutzt hat, um eine sehr interessante, wenn auch kaum unangreifbare Philosophie darauf aufzubauen, über Gebühr vernachlässigt. Wir werden noch oft Gelegenheit haben, auf das Problem der Kontingenz und seine große Bedeutung für die Logik zurückzukommen.

Logisch läßt sich die strukturelle Verschiedenheit von sogenannter „reiner" Mathematik und der mathematisierten Naturwissenschaft, von der inhaltlichen Verschiedenheit der beiderseitigen Theoreme natürlich eo ipso abgesehen, nunmehr dahin charakterisieren, daß die Axiome der Mathematik — und erst recht natürlich die der „reinen" Logik, die es nämlich auch gibt, obwohl sich die psychologistischen und metaphysischen Irrfahrten der nachkantischen Logik in Deutschland alle Mühe gegeben haben, sie nicht zu sehen — keine Empirismen enthalten. Daß Logik und Mathematik darum nicht rein formale Disziplinen sind, das weiß jeder, der jemals etwas von dem reichen Inhalt der Mathematik erfahren hat. Diesen Unterschied hat v. Kries[1]) sehr treffend so zu charakterisieren versucht, daß er die Urteile der Logik und Mathematik „Reflexionsurteile" nennt. Von der wissenschaftspsychologischen Terminologie, die uns nicht gefallen kann, abgesehen, trifft das durchaus die Sache. Die Rolle der empirischen Axiome spielen in der „reinen" Logik und Mathematik eben die Definitionen. Was man in den empirischen Disziplinen, soweit sie noch unmathematisiert sind, also rein deskriptiv oder auch experimentell, natürlich mit Mathematik als Anwendung verfahren, Definitionen nennt, ist logisch etwas ganz anderes als in den sog. „reinen" Wissenschaften. Hier ist die Definition, mit Dedeknid zu sprechen, immer eine „freie Schöpfung des Geistes", in den noch unmathematisierten Wissenschaften dagegen nicht. Geisteschöpfungen sind sie hier zwar auch, aber nicht im selben Sinne „frei" und willkürlich.

Allein mit dem Geltungsbereich der bereits weitgehend mathematisierten Wissenschaften Geometrie und Physik ist der Einfluß der mathematischen Idee auf die Naturwissenschaften keineswegs erschöpft. Er ist, wenn auch in anderer Verkleidung bis in die Soziologie hinein deutlich spürbar, ein Umstand, der uns a. a. O. geradezu dahin geführt hat, die Naturwissenschaften zu definieren als diejenigen Wissenschaften, die entweder bereits mathematisiert sind oder deren Mathematisierung prinzipiell möglich ist. So tritt die Idee der Mathematik in der Biologie auf unter dem typisch biologischen Schlagwort des Mechanismus, als dessen Widerspiel der Vitalismus fungiert. Sieht man von mißverständlichen und logisch unhaltbaren oder zu engen Auffassungen, die die mechanistische Idee in der Biologie besonders von seiten der Vitalisten erfahren hat, ab, so läßt sie sich in der Biologie als eine fortschreitende Physizierung[2]) charakterisieren. Analogerweise kann man dann in der Psychologie von einer Biologisierung und in der Soziologie von einer Psychologisierung reden. Alles Nähere hierüber findet sich in meinem oben zitierten Mechanismusaufsatz.

Versuchen wir nunmehr das Gesamtergebnis unserer Reise mit der Idee der Mathematik durch die Welt der Naturwissenschaften zusammenzufassen, so dürften wir wohl mit einiger Berechtigung sagen, daß unsere Ausgangsthese, die Idee der Mathematik sei eine von den großen Triebkräften im logischen Aufbau der Wissenschaften, einigermaßen gerechtfertigt ist.

Begleiten wir nun auch die zweite große

[1]) Das hindert natürlich nicht, daß die Wissenschaft als Ganzes auch ein metaphysisches Problem darbietet. Man vgl. meinen oben zitierten Aufsatz: „Zur Metaphysik der Wissenschaft".

[1]) „Logik, Grundzüge einer kritischen und formalen Urteilslehre." Tübingen 1916.

[2]) Von Chemie u. Chemisierung braucht hier nicht besonders die Rede zu sein. Denn seit den modernen physikalisch-chemischen Forschungen über die Struktur des Atoms hat die Chemie aufgehört, eine logisch selbständige Wissenschaft neben der Physik zu sein.

konstituierende Idee im Organismus der Wissenschaften, die der Historie nämlich, noch ganz kurz auf ihre Reise. Auch sie ist eine universale Idee, d. h. auch sie will ihren Geltungsbereich auf das Ganze der Wissenschaften ausdehnen und damit auch der Ausschnitte aus der Wirklichkeit, mit denen die einzelnen Wissenschaften der Natur und des Geistes sich beschäftigen. Es gibt ebensowohl eine historische Auffassung der Mathematik, wie eine mathematische der Geschichte. Hat doch unlängst nach Oswald Spengler in seinem sensationellen Buch vom „Untergang des Abendlandes" u. a. versucht, eine Historisierung der Mathematik durchzuführen. Man wende nicht ein, daß es sich hier doch eigentlich viel eher um eine Naturalisierung der Geschichte handele, da Spengler doch eine „Morphologie der Weltgeschichte" liefern wolle. Alle Morphologie ist vielmehr in ihrem Wesen historisch-genetisch gerichtet. Infolgedessen trachtet die Biologie ja auch darnach, alles bloß Morphologische physiologisch und entwicklungsmechanisch zu überwinden und damit erst zu einer wirklichen Naturwissenschaft zu werden. Ferner bedeutet das a. a. O. zitierte, hochbedeutsame Buch von Koehler im Grunde eine Historisierung der Physik, denn alle „Gestalten" sind ja morphologische Dinge. Wieweit diese Historisierung der Mathematik und der von ihr logisch gespeisten Wissenschaften sinnvoll und berechtigt ist, das ist natürlich eine andere Frage. Hier handelt es sich nur darum, an einigen einleuchtenden Beispielen die Universalität der historischen Idee darzutun.

Wie läßt sich diese nun genauer bestimmen? Ein solcher Versuch, das Wesen des Historischen definitorisch zu erfassen, ist natürlich, wie gerade die Diskussionen mancher Geschichtsphilosophen vom Range eines Windelband, Rickert oder Troeltsch beweisen, für einen Nichthistoriker ein außerordentlich schwieriges Unternehmen. Gleichwohl kommen wir nicht darum herum, wenn anders wir an der Rolle, die das Historische in unserer Wissenschaft spielt, nicht blind vorübergehen wollen. Vielleicht gelingt es uns, die wir von einer Wissenschaft ausgehen, die den Begriff des Historischen zwar verwendet, aber immerhin doch in einer Form, die gegenüber seinen Gestaltungen in den sog. Geisteswissenschaften primitiv genannt werden muß, das Wesen der Historie schlichter, ursprünglicher zu beschreiben, als es jenen ausgezeichneten Forschern, die sich einer unendlich komplizierten Lage gegenübersahen, gelingen konnte. Uns will es scheinen, als ob jene den beinahe selbstverständlich zu nennenden schlichten Gehalt unserer Idee allzu wenig beachtet haben. Historie ist doch wohl letzten Endes Beschreibung des Werdegangs aller Dinge, oder wie Ranke sagt, Feststellung, „wie es gewesen ist". Alles übrige, ob die historische Beschreibung sich auf „Individuelles", „Einmaliges", „Besonderes", „Originales", „Wertbezogenes", „Zweckmäßiges", „metaphysisch-Sinnvolles", „Ganzes" erstreckt oder ob den historischen Prozessen mit der Dialektik Hegels oder einer anderen oder mit der Metaphysik des Aristoteles am besten beizukommen ist, sind doch erst, zwar sehr bedeutungsvolle, aber immerhin doch sekundäre Probleme. Diese Definition des Historischen als Feststellung, wie alles gewesen ist, mag es sich nun um politische Geschichte, Wissenschaftshistorie oder Kosmologie handeln, ist keineswegs ein Nurbanales. Vielmehr läßt sich die historische Idee so am besten gegen die mathematische abgrenzen. Denn man kann der wirklichen Geschehnisse einmal dadurch Herr werden, daß man sie alle in chronologischer Folge einfach aufzählt, das leistet letzten Endes die Historie ihrer Absicht nach, oder dadurch, daß man Methoden ersinnt, die es gestatten, jedes Stück Wirklichkeit, dessen man bedarf, im gewünschten Moment wieder zu erzeugen, das ist die Idee der mathematischen Beherrschung der Natur. Von beiden Ideen gilt natürlich, daß sie nie restlos zu verwirklichen sind. Aber gleichwohl ergänzen sich beide in glücklicher Weise. Die Domäne der Mathematik ist die Natur, die der Geschichte das Geistesleben, die Kultur. Immerhin hat sich herausgestellt, daß da, wo die mathematische in befriedigender Weise arbeitet, die historische überflüssig geworden ist. Die Mathematik arbeitet eben exakter, sicherer und mit einfacheren Mitteln. Die Mathematik gewinnt so im Kampfe mit der Historie immer mehr an Boden. Freilich ist dieser logische Prozeß ein unendlicher, wie bereits hervorgehoben, so daß es der Mathematik nie gelingen wird, die Historie sich völlig zu unterwerfen. In den Geisteswissenschaften jedoch, in die Mathematik noch nicht gelangen kann, leistet die historische Methode die vortrefflichsten Dienste. Gegenwärtig spielt sich der Hauptkampf beider Ideen in der Biologie ab, wie wir noch näher zu schildern haben werden, und wenn nicht alles trügt, wird hier in absehbarer Zeit die Mathematik die Historie auch völlig verdrängen, wird die Physiologie die Morphologie durchdringen.

Wir haben oben die Formen der mathematischen Idee näher verfolgt und dabei festgestellt, daß ihre Ausdehnung keine gleichsam lineare ist, sondern in typischer, wohlunterscheidbarer Stufenfolge vor sich geht. Um zur Biologie zu gelangen, mußte die mathematische Idee die Gestalt der Physizierung annehmen. Der Psychologie konnte sie sich nur in der einstweilen wieder abgeschwächten Form einer Biologisierung nähern. Die Soziologie verlangte endlich eine Psychologisierung, um der Mathematik Raum geben zu können. Ganz Analoges gilt auch von der allmählichen „negativen" Ausdehnung, also Verringerung des Geltungsbereichs der historischen Idee. Auch dieser historische Rückzug vollzieht sich nicht in gerader Linie, sondern stufenförmig, in Etappen. Die historische Idee hat, soweit sie

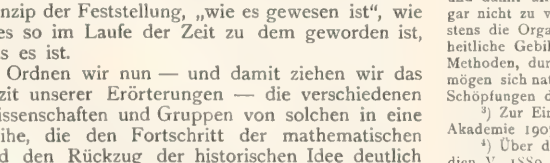
noch in der Physik Geltung besitzt, eine andere logische Gestalt als in der Biologie, und hier zeigt sie wieder ein anderes Gesicht, wie in der Psychologie. Wieder anders gebärdet sie sich in der Soziologie, und wieder ganz anders natürlich in ihrer eigentlichen Domäne, den sog. „historischen Wissenschaften" im engeren Sinne, den Geistes- oder Kulturwissenschaften. Wir können hier ebensowenig, wie bei der mathematischen Idee, die einzelnen Etappen dieses interessanten logischen Prozesses, der sich strategisch als ein meisterhaft geführter allmählicher Rückzug charakterisieren läßt, näher verfolgen. In einer besonderen Arbeit werden wir demnächst darauf zurückkommen. Nur zur kurzen Verdeutlichung des Gemeinten soll es dienen, wenn wir sagen: In der Physik führt die historische Idee geistvolle Scheingefechte in Form dessen, was Köhler a. a. O. „physische Gestalten" nennt, in der Biologie verschanzt sie sich hinter die Zweckidee,[1]) und in der Psychologie und Soziologie fühlt sie sich gar noch so fest im Sattel, daß sie mitleidig auf die schüchternen Stehversuche des feindlichen mathematischen Bruders herabsieht. In der Psychologie ist das freilich schon mehr Pose geworden. Wohl ist ihr nicht mehr dabei. In den eigentlich historischen Wissenschaften endlich nimmt sie jene hochkomplizierten Gestalten an, um deren Fixierung sich die Geschichtsphilosophen seit Hegels genialem Wurf mit wechselndem Erfolg bemühen. In einem, ich hätte beinahe gesagt, in ihrem Vorzeichen, unterscheiden sich unsere beiden logischen Prozesse aber wesentlich voneinander. Während die Art der Ausbreitung der Mathematik über die stufenartigen Gebiete der Wirklichkeit als ein Fortschritt im Sinne einer ständigen Komplizierung der mathematischen Idee zu charakterisieren ist, müssen die verschiedenen Stufenbereiche der Historie als um so größere Vereinfachungen, Primitivierungen bezeichnet werden, je weiter sie von der zentralen Domäne der historischen Idee sich entfernen. Hier liegt das Höchstkomplexe im Ausgangspunkt. Nur den Rückzug der historischen Idee kann man noch als eine fortschreitende Komplizierung deuten. Durch alle Historismen freilich zieht sich als ein Minimum an historischer Idee hindurch das Prinzip der Feststellung, „wie es gewesen ist", wie alles so im Laufe der Zeit zu dem geworden ist, was es ist.

Ordnen wir nun — und damit ziehen wir das Fazit unserer Erörterungen — die verschiedenen Wissenschaften und Gruppen von solchen in eine Reihe, die den Fortschritt der mathematischen und den Rückzug der historischen Idee deutlich erkennen läßt, so erhalten wir folgendes Bild.

Man erkennt, die Biologie befindet sich zurzeit im Schnittpunkt beider Ideen und stellt so das Schlachtfeld dar, auf dem das Rückzugsgefecht der historischen Idee im gegenwärtigen Moment der Wissenschaftsgeschichte am intensivsten ausgefochten wird. Das ist die logische Signatur der Biologie,[2]) die ihre augenblickliche logische Stellung im System der Wissenschaften am deutlichsten charakterisiert. Das im einzelnen auszuführen, wird das Thema einer bald vorzulegenden größeren Arbeit über die „Logik der Biologie" sein.

Anhang: Das System der Wissenschaften.

Die Konsequenzen des vorhergehenden Abschnittes für die Gesamteinteilung der Wissenschaften seien anhangweise hier noch aufgeführt. Eine Einteilung der Wissenschaften kann im wesentlichen nach drei Gesichtspunkten erfolgen: Nach ihren Gegenständen oder Gebieten, nach den von ihnen benutzten Methoden der Forschung und endlich nach den sie konstituierenden und die Forschung leitenden Ideen. Die historisch gewachsene, besonders im Unterrichtsbetrieb übliche Einteilung der Wissenschaften pflegt sich in erster Linie auf die Gegenstände oder Gebiete zu stützen. Die vollendetste und geistvollste Durchbildung einer Einteilung auf dieser Basis hat Stumpf[3]) gegeben. Daneben verdient die von Wundt[4]) gegebene besondere Beachtung. Eine Einteilung nach den die Wissenschaften beherrschenden Methoden hat neuerdings Moog[5]) zu geben versucht. So gute Dienste alle diese Einteilungen der Forschung bisher geleistet haben und noch weiterhin leisten werden, für unsere Zwecke kommen sie nicht in Frage. Auf Grund der vorhergegangenen Ausführungen können wir nur



[1]) Man vergleiche das Buch von Kroner, „Das Problem der historischen Biologie", Berlin 1919, Abh. z. theoret. Biologie, H. 2.

[2]) Methodologisch erweist sich die Biologie so zurzeit als ein „Mischgebiet". Gleichwohl sind ihre Gegenstände, wie ich gegen Troeltsch (a. a. O. 1919, S. 379) bemerken möchte, darum nicht auch Mischungen. Wäre das so, dann wäre das doch von ganz offenbarem Erfolg begleitete Bemühen, das Morphologische (Historische) physiologisch (mathematisch-kausal, „entwicklungsmechanisch") zu überwinden und damit alles Historische aus der Biologie zu eliminieren, gar nicht zu verstehen, unmöglich. Die Gegenstände, wenigstens die Organismen, sind niemals Mischungen, sondern einheitliche Gebilde. Mischungen sind höchstens unsere logischen Methoden, durch die wir sie rationalisieren. Prinzipiell anders mögen sich natürlich historische Gegenstände, soweit sie „freie Schöpfungen des Geistes", Logismen also, sind, verhalten.

[3]) Zur Einteilung der Wissenschaften. Abh. d. Berliner Akademie 1907.

[4]) Über die Einteilung der Wissenschaften. Philos. Studien V. 1889.

[5]) Psychologie und Psychologismus. Halle 1919.

eine Einteilung auf der Basis der die einzelnen Wissenschaften konstituierenden Ideen akzeptieren [1]).

Alle vorhandenen Wissenschaften gruppieren wir dann zunächst in die beiden Gruppen der Ideenwissenschaften oder theoretischen Wissenschaften und der praktischen Wissenschaften, die natürlich auch Ideen in ihrem Aufbau verwenden, deren logische Ganzstruktur aber nicht durch Ideen, sondern durch die praktischen Bedürfnisse des Menschen konstituiert wird. Auf diese Weise scheiden als praktisch im weitesten Sinne orientierte Wissenschaften für unsere weiteren Erörterungen aus: Technik, Medizin, Politik, Ethik, Metaphysik. Am meisten wird es vielleicht, besonders auf philosophischer Seite, überraschen, die Metaphysik, die doch im allgemeinen geradezu für einen Ausbund von reiner Theorie gehalten wird, in dieser Gesellschaft zu finden. Indessen sachlich ist diese Einstufung, die selbstverständlich kein Werturteil darstellt, durchaus gerechtfertigt. Wer die Geschichte der Philosophie kennt, weiß, daß die vornehmste Aufgabe der Metaphysik stets gewesen ist, einen Ausgleich zwischen den Erfordernissen des Intellekts und den sog. Bedürfnissen des Gemüts herzustellen. Dergleichen Hineinspielenlassen gemütlicher Bedürfnisse in die rein theoretische Arbeit ist aber nie Sache der Wissenschaften gewesen. Auch wenn man mit Wundt die Aufgabe der Metaphysik darin erblickt, die sog. Ergebnisse der Einzelwissenschaften zu einer einheitlichen „Weltanschauung" zu verarbeiten, so ist, ganz abgesehen davon, daß man das heute kaum noch für möglich halten wird, auch dergleichen „Weltanschauung" alles andere als reine Theorie. In der „Weltanschauung" spielen bekanntlich wieder die Bedürfnisse des Gemüts eine nicht geringe Rolle. Reine Wissenschaft hält sich von aller „Weltanschauung" möglichst rein, hat sie doch oft genug gerade im Kampfe mit dieser Mühe genug gehabt, sich durchzusetzen.

Nach dieser, im Interesse Mißverständnisse zu vermeiden, notwendigen kurzen Abschweifung kehren wir zu unserem Hauptthema zurück. Die reinen Ideen- oder theoretischen Wissenschaften lassen sich ihrerseits wieder in zwei Gruppen trennen, deren wesentliche Eigentümlichkeiten wir uns am besten an zwei typischen Vertretern, etwa der Physik und der Geologie, klarmachen können. Wodurch unterscheiden sich beide, von ihrem veschiedenen Lehrgehalt natürlich abgesehen, also rein logisch voneinander? Doch wohl darin, daß die Physik auf das große Ganze der Wirklichkeit geht, während die Geologie einen eng begrenzten Ausschnitt zum Gegenstand ihrer Untersuchungen macht. Dabei ist beiden gemeinsam, daß sie theoretische Wissenschaften sind, was natürlich wieder nicht besagt, wie hier gleich ein für allemal betont sei, daß sie jeder praktischen Anwendung, jeder technischen Verwertung bar sind, sondern womit lediglich gemeint ist, daß sie nicht um dieses praktischen Nutzens willen betrieben werden. Wir wollen den hier betonten logischen Unterschied zwischen den theoretischen Wissenschaften, die zum Typus der Physik gehören, und denen, deren Paradigma die Geologie ist, in den Terminis „universale" und „partikulare Wissenschaften" zum Ausdruck bringen.

Zu den partikularen Wissenschaften rechnen wir die Astronomie, Geologie, Geographie, die Medizin als Wissenschaft, die Nationalökonomie, die wissenschaftliche Politik und die Kulturgeschichte, sowie die sog. philologisch-historischen Geisteswissenschaften. Sie sind, wie leicht ersichtlich, nach der zunehmenden Spezialisierung und Komplizierung ihrer Gegenstände geordnet. Mit dem Weltall beschäftigt sich die Astronomie, mit dem — sit venia verbo — Genotypus der Erde die Geologie, während die Geographie sich für ihren Phänotypus interessiert, während sich alle übrigen partikularen Wissenschaften irgendwie mit den Problemen, die der physische oder geistige Mensch bietet, befassen. Aber immer geht die Tendenz auf theoretische Bewältigung der Probleme, während man die Nutzanwendung den in Frage kommenden praktischen Wissenschaften überläßt.

Die universalen Ideenwissenschaften lassen sich ihrerseits wieder in zwei Gruppen sondern, die ich als originale und kombinierte Ideenwissenschaften trennen möchte. Zu den originalen gehören, wie für uns nun wohl ohne weiteres klar sein dürfte, nur die Mathematik und die Historie. Die beherrschende Rolle, die sie im Aufbau aller Wissenschaften und speziell in unserer Biologie spielen, haben wir ja soeben erst ausführlich besprochen.

Zu den kombinierten Ideenwissenschaften zählen wir die Geometrie, Physik, Biologie, Psychologie und Soziologie. Kombinierte heißen sie, weil in jeder von ihnen, wenn auch in verschiedenem Grade, beide Grundideen eine Rolle spielen; und ihre Reihenfolge gibt, worauf wir ja auch schon hingewiesen haben, die Grade der Abschattungen an, in denen die Ideen der Mathematik und Historie in ihnen wirksam sind. Falsch würde es sein, wenn man glauben wollte, daß außer der Physik eigentlich alle von ihnen im Grunde partikularen Charakter besäßen, insoferne doch die Gegenstände der Biologie, Psychologie und Soziologie nicht das Universum, sondern eng begrenzte Ausschnitte desselben seien. Indessen so ist der Begriff des Universalen von uns nicht gemeint. Auch ein Ausschnitt des Universums kann universal sein, dann nämlich, wenn nicht der Ausschnitt als solcher Ziel der Forschung ist, wie

[1]) Auf die außerordentlich bedeutsame, jüngst erschienene Arbeit von Becher, „Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften", die mir erst nach Abschluß dieser Arbeit in die Hände kam, werde ich später zurückkommen.

es die Erde für die Geologie ist, sondern wenn er lediglich ein Mittel darstellt, um universale Gesetze aufzufinden. Ob das Organische sich auf der Erde oder wo anders findet, ist der Biologie einerlei. Sie will die Gesetze und Bedingungen kennen lernen, unter denen sich überall Organisches bilden und dauern kann. So sind ja auch die Gegenstände, an denen die Physik ihre Untersuchungen macht, zweifellos partikular, aber die Ziele, die die Physik dabei verfolgt, ebenso zweifellos universal. In diesem Sinne darf man die Biologie wohl die Physik des Organischen, die Psychologie die Physik des Seelischen, die Soziologie die Physik der Gesellschaft nennen. Damit ist nicht notwendigerweise gesagt, daß alle diese Wissenschaften einmal wirklich in eine universale Physik zusammenfließen werden. Man kann, da die Historie ebenso universal ist, wie die Mathematik, auch das Gegenteil annehmen und mit dem gleichen logischen Recht statt an eine zunehmende Physizierung an eine solche Historisierung aller kombinierten Ideenwissenschaften glauben. Wer indessen offenen Auges den zunehmenden Siegeszug der Mathematik über die wissenschaftliche Welt seit der Renaissance beobachtet, dem wird es schwer, im Historismus, und trete er uns noch so geistvoll entgegen wie bei Spengler, mehr als ein langsames Rückzugsgefecht zu sehen.

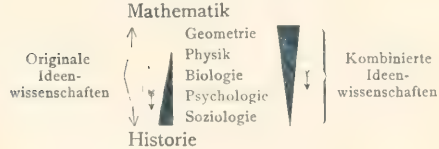
Am Schlusse dieses Anhangs sei es gestattet, seine Ergebnisse in einer kurzen Tabelle übersichtlich zusammenzufassen.

Einteilung der Wissenschaften.

A. Reine Ideenwissenschaften (Theoretische W.).

I. Universale Wissenschaften.

Mathematik



Historie

II. Partikulare Wissenschaften.

Astronomie. Geologie. Geographie. Wissenschaftl. Medizin. Nationalökonomie. Politik als Wissenschaft u. Rechtswissenschaften.

Kulturgeschichte und die eigentlichen Geisteswissenschaften.

B. Praktisch orientierte Wissenschaften.

Technik. Medizin. Politik. Ethik. Metaphysik.

Eine Wissenschaft haben wir nun noch vergessen, die für uns von besonderer Wichtigkeit ist, sich aber gleichwohl nicht in eine der genannten Kategorien einfügen läßt. Das ist die Logik. Sie ist von uns ihrem Wesen nach zu charakterisieren als allgemeine Wissenschaftslehre, d. h. Wissenschaft von der Wissenschaft selbst. Sie befaßt sich aber nicht mit dem jeweiligen Lehrgehalt der Einzelwissenschaften, sie erforscht nur die logischen Werkzeuge, deren sich die Einzelwissenschaften bei ihrer Arbeit bedienen, sie vergleicht die besonderen logischen Strukturen der Einzelwissenschaften miteinander mit dem Ziel, allgemeine logische Gesetzmäßigkeiten zu finden, die das Werden und Wachsen der Wissenschaften bedingen. Die Methode der Vergleichung spielt eine große Rolle in ihr, ohne daß sie aber deshalb auf dem logischen Standpunkt einer nur vergleichenden Wissenschaft stehen bleiben müßte. Die Vergleichung liefert ihr nur die „empirischen" Unterlagen, aus denen sie, wie jede andere Wissenschaft ein deduktives System zu errichten hat. Am nächsten ist sie so der Mathematik verwandt, die man cum grano salis als die Logik des Quantitativen bezeichnen kann. Als solche hat die Mathematik ihre großen Erfolge errungen; und wenn man jetzt von ihr sagen kann, daß sie aufgehört habe, nur noch die Logik des Quantitativen zu sein, so besagt das doch nur, daß die bisherige Grenze zwischen Mathematik und Logik zu verschwinden beginnt und beide Wissenschaften sich in einer neuen gemeinsamen Wissenschaft, heiße sie nun Mengenlehre oder anders, zu verankern im Begriffe stehen. Trotzdem bleibt die Mathematik dann, wenn anders man auf klare Begriffe Wert legt, vorzugsweise die Logik des Quantitativen. Bis wir soweit sind, daß die Logik mit ihren Qualitäten, wie Urteilen, Theorien usw., so exakt deduktiv operieren kann wie die Mathematik mit ihren Quantitäten, den Zahlen, wird es immerhin noch vieler Bemühungen der Logiker und Mathematiker bedürfen. Das Ziel, die „apriorisch-deduktive Logik", die Schwester der ebenso apriorisch deduktiven Mathematik, ist schon jetzt klar. Desgleichen, daß die Logik mit Normen ebensowenig zu tun hat wie die Mathematik, und ferner, daß sie ebensowenig eine formale Disziplin ist wie diese, da sie ja ebenfalls auf exakte deduktive Sätze gerichtet ist. Dergleichen Unterstellungen der Philosophen sind hoffentlich seit Husserl endgültig erledigt.

Segelflug und fliegende Fische.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. med. W. Frölich.

Auf den Aufsatz von G. Lilienthal: „Über den Segelflug der Vögel und das Fliegen der Fische" (Heft Nr. 45, 1921 dieser Zeitschrift) möchte ich folgendes erwidern.[1]) Ich

[1]) Soweit nichts anderes bemerkt ist, beziehen sich alle Zitate auf Brehms Tierleben 4. Auflage.

kann nur auf greifbare, nicht auf die eingangs gemachten allgemeinen Einwände eingehen. Wie aus dem ganzen Zusammenhang meiner Arbeit: „Der Segelflug und verwandte Bewegungen in Luft und Wasser" Heft 13, 1921 dieser Zeitschrift hervorgeht, benutzt der fliegende Fisch, der sich durch riesengroße Brustflossen und eine ebensolche Schwimmblase (bei 16 cm Körperlänge 9 cm lange, 2,5 cm weite, 44 ccm fassende Schwimmblase) auszeichnet, wie ich unten zeigen will, seine Brustflossen im Wasser gerade eben nur unter Bedingungen, unter denen eine Beobachtung des Tieres teilweis unmöglich ist. Der zweite greifbare Einwand des Herrn Lilienthal ist: „daß die Luft der Schwimmblase sich einseitig nach der Richtung, wo der Wasserdruck vermindert ist, ausdehnt, widerspricht dem Verhalten der Gase, welche immer auf alle Teile des einschließenden Gefäßes gleichmäßig drücken." Das letztere setze ich ja selbst voraus mit den Worten „daß in einer gasgefüllten Schwimmblase zu einem gegebenen Zeitpunkt überall derselbe Gasdruck herrscht". Ein freies Gas dehnt sich doch gegebenenfalls immer nach der Richtung des geringsten Widerstandes, des geringsten Druckes aus. Das Gas in der Schwimmblase aber dehnt sich, da eine Lokomotion des Fisches während der Ausdehnung stattfindet, als Ganzes in Räume sich vermindernden Wasserdruckes hinein. Der bildliche Vergleich mit dem Fortschnellen eines schlüpfrigen Zitronenkernes, wie ich ihn gebrauchte, veranschaulicht den Vorgang. Wie der segelnde Vogel den Wind, so benutzt das Wassertier die Wellenenergie im Meere vermittels der Schwimmblase oder Lunge, die durch den Druck des sich dem Tiere überlagernden Wellenberges gespannt wird, während unter dem nachfolgenden Wellental eine Entspannung und Ausdehnung der Schwimmblase in Räume sich vermindernden Wasserdruckes hinein erfolgt, so daß eine Phase der Energieaufnahme aus den Wellen und eine der Energieabgabe unterschieden werden können. Für weitgehende Ausnützung der Wellenenergie spricht z. B. das Verhalten eines Blauwals, der 1850 einem Schiffe 24 Tage nicht von der Seite wich (Bd. 12 S. 503). Die Bartenwale haben besonders loses Brustkorbgerüst mit guter Schwimmblasenwirkung; zu diesen gehören die Langflossenwale mit Brustflossen von $^1/_4$ bis fast $^1/_3$ der Körperlänge. Unter diesen ist l. c. Bd. 12 S. 504 ff. der Buckelwal eingehender behandelt: bis 15 m lang, Brustflosse je bis 4 m lang; „gewaltige" Lunge; also Analogie zum Flugfisch. Auch unter Wasser schwimmend „wirft er sich oft von einer Seite auf die andere und wiegt sich förmlich in seinem Element ganz so wie ein Vogel in der Luft. Das beliebte Rollen von einer Seite auf die andere wird durch die Brustflossen besorgt, das gewöhnliche Schwimmen durch die Schwanzflosse, während die Brustflossen dann nur manchmal zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts etwas bewegt werden." Der riesige Buckelwal kann wohl nur durch Schwimmblasen-Mitwirkung Luftsprünge ausführen, daß die 4 m spannende Schwanzflosse das Wasser nicht mehr berührt. Volle Segelwirkung der Schwimmblase ist offenbar nur bei bewegter See unter Wasser möglich, also kaum oder nicht zu beobachten. — Die Pinguine schwimmen entweder mit den Ruderfüßen oder mit den Flügeln. Sie fliegen unter Wasser. Das Fliegen unter Wasser, das vielleicht bei hohem Seegang bei manchen Arten in ein Segeln übergeht, wie es bei den sich ähnlich bewegenden Seeschildkröten (vgl. meine Arbeit in Heft 13) statt hat, gibt einen Fingerzeig auch für die Beurteilung der Funktion der Brustflossen beim Segeln im Wasser, die wahrscheinlich der der Flügel der Vögel beim Segeln in der Luft ähnlich ist. Bei allen einer aktiven Fortbewegung fähigen Lebewesen dürfen wir wahrscheinlich grundsätzlich zwei Bewegungsphasen unterscheiden, eine aktive, Energieabgebende und eine passive, so ist z. B. beim Gang des Menschen das pendelnde Bein in der Regel passiv. So scheint auch bei einer gewissen Geschwindigkeit das Heben der Flügel beim Flug in der Luft durch Luftwirbelbildung unter der Flügelwölbung, durch die ein nicht unerheblicher Auftrieb gewonnen wird (vgl. Milla Bd. 6. S. 22), zu einer mehr oder weniger passiven Bewegung zu werden. Wahrscheinlich verhält sich nun auch beim Flügelheben des Pinguins unter Wasser das Wasser ähnlich zum Flügel wie dort die Luft unter dem Flügel. Ähnliches dürfte für die Brustflossen segelnden Wassertiere gelten; sie verhindern, daß das Tier wegen seiner großen Schwimmblase ein Spielball der Wellen wird, daß die ihrer Spannungsvermehrung widerstrebende Schwimmblase vor dem drückenden Wellenberge hergetrieben wird und nicht vielmehr stärkere Spannung der Schwimmblase erfolgt, daß das Tier in der beabsichtigten Bewegung gegen den Wellenberg verzögert wird. Die langen Brustflossen wirken also Sperrzahnähnlich. Dem durch den andringenden Tierkörper auseinandergetriebenen Wasser wird Beschleunigung erteilt. Dieses wird nicht ebenso wie der Tierkörper, der gegen den Wellenberg schwimmt, durch eine Schwimmblase, gegen die der Wellenberg drückt, verzögert, behält daher vergleichsweise einen Überschuß an Bewegungsenergie, der zu einer rückläufigen Bewegung an den Flossen führt, die wohl der Bewegung des Wassers bei aktiver Brustflossenbewegung gerade entgegengesetzt ist. Je größer die Lunge bzw. Schwimmblase um so größer auch die Sperrzahnwirkung, die Brustflossenwirkung. Wenn beim Wassersegeln an den Brustflossen keine aktive Bewegung in der Phase der Energieabgabe der Schwimmblase beobachtet werden kann, so widerspricht dem keineswegs das Vorhandensein einer Muskelanspannung, durch die das Wasser gezwungen wird, seinen Weg nach dem freien, nachgiebigen und absaugenden Flossensaum hin zu nehmen. Der Muskel leistet be-

kanntlich auch „innere Arbeit", spannt sich ohne äußerlich unmittelbar sichtbaren mechanischen Effekt z. B., wenn der Mensch ein schweres Gewicht „heraushält". Wenn die Brustflossen des Flugfisches bewegungslos sind, so ist das keineswegs der Beweis ihrer Inaktivität; sie könnten sich sehr wohl in einem Spannungszustand befinden, der beim Aufhören des Wasserwiderstandes ihre sofortige Ausbeitung veranlaßt. Nach Analogie des Buckelwals und Pinguins wird aber der Flugfisch gerade dann von den Brustflossen keinen sichtbaren Gebrauch machen, wenn er die Schwanzflossen aktiv bewegt. Der Hauptzweck der auffälligen Verlängerung des unteren Zipfels der Schwanzflosse ist offenbar der, zu verhindern, daß die ungeheure Schwimmblase bei der Fortbewegung des Fisches durch die Schwanzflosse unter Wasser ein Überkippen des Fisches nach hinten herbeiführt. Ein analoges Verhältnis besteht auch bei einem segelnden Vogel zwischen Luftsack und Schwanzlänge. Welchen Sinn sollte aber die riesengroße Schwimmblase haben, wenn nicht den, die Energie der Wellen auszunützen; sie erleichtert und hilft zwar beim Emporschnellen aus dem Wasser auch bei spiegelglatter See; der Fisch muß sie aber doch bei glatter See gerade erst vorher mit seiner eigenen Schwanzenergie spannen, weil ihm dann die Wellenenergie nicht zu Gebote steht. Darum ist er auch bei glatter See der schwimmblasenlosen Goldmakrele weit unterlegen (vgl. Bd. 3 S. 523); er würde ausgerottet oder nicht entstanden sein, wenn die See meist glatt und zu einer Beobachtung unter Wasser geeignet wäre. Die für den Flugfisch ausnutzbare Wellenenergie ist viel größer als seine eigene nutzbare Muskelenergie. Ist die Schwanzflosse ihrer Ausdehnung nach als Übertragungsmittel der eigenen Muskelenergie auf das Wasser geeignet, so ist sie ganz gewiß zu klein, um zu verhindern, daß der Fisch mit seiner Riesen-Schwimmblase ein Spielball der Wellen wird. Um vielmehr die Herrschaft über die Wellenenergie zu behaupten und sie auszunutzen, sind die Brustflossen notwendig, die gerade dann in Tätigkeit treten, wenn die Schwanzflosse von untergeordneter Bedeutung ist. Herr Lilienthal dürfte den Flugfisch nicht bei starker Wellenbewegung unter den Wellenbergen gesehen haben mit einer Geschwindigkeit, die gelegentlich ein Emporschnellen bis 5 m über Wasser ermöglichte. — Gegen Gleichmäßigkeit des Windes über den Wellen spricht das Verhalten der Brustflossen des Flugfisches bei dem Gleiten in der Luft: die mit der Windgeschwindigkeit wechselnden von den Wellenphasen nicht unabhängigen passiven Vibrationen der Brustflossen (Bd. 3 S. 327). Um schiefen Auffassungen meiner Ansicht über den Segelflug in der Luft vorzubeugen, muß ich von vorn herein betonen: die Luftverdünnung unter dem Gefieder ist an sich gar nicht der springende Punkt beim Zustandekommen des Segelflugs, sondern der springende Punkt ist, daß eine Kleingefiederwirkung eintritt, die einen Analogievorgang zur Schwimmblasenwirkung beim Segeln im Wasser darstellt. Bei Luftsegeln tritt an Stelle der Schwimmblase das Kleingefieder, das das Körpervolumen des Vogels vervielfacht, bei manchen Vögeln sogar verfünffachen oder versechsfachen soll. Wie die Schwimmblase durch den Wasserdruck gespannt wird so das Kleingefieder durch die an ihm entlang strömende Luft, mit deren Geschwindigkeit die Gefiederspannung zu und abnimmt. Wie sich die Schwimmblase in Räume sich vermindernden Wasserdruckes dehnt so das Kleingefieder in Räume sich relativ zum Vogelkörper vermindernder Luftgeschwindigkeit. Dabei verhalten sich die langen schmalen Flügel analog wie im Wasser die Brustflossen. Das Kleingefieder ermöglicht (vgl. meine Arbeit Heft 13) den langphasigen Flug und damit unter günstigen äußeren Bedingungen auch das Segeln. Daneben spielen beim Fliegen und Segeln der Vögeln auch die Luftsäcke der Vögel eine gewisse Rolle. Kleingefieder und Luftsäcke fehlen den Fledermäusen, die deshalb auch nicht in der Luft schweben, die Luft nicht längere Zeit ohne Flügelschlag durchschießen und nicht segeln können. Trotz ihrer langen Flügel hat daher die frühfliegende Fledermaus, die an Fluggewandtheit am Tage mit den Schwalben wetteifert, keinen langphasigen Flug, sondern „umschwirrt mit raschen, fast zitternden Flügelschlägen geradezu unheimlich schnell die höchsten Baumkronen" (Bd. 10 S. 459). Sie entgeht dem Baumfalken, dem die Schwalbe zum Opfer fällt, weil der Falke wegen seiner Gefiederwirkung nicht so jäh bremsen kann wie die Fledermaus. — Der Mechanismus, durch den die Luftverdünnung unter den Deckfedern herbeigeführt wird, ist aus meiner Arbeit Heft 13 zu ersehen. Herr Lilienthal erhebt den Einwand, daß ja bei diesem Mechanismus auch an der Unterfläche der Flügel eine Luftverdünnung entstehen müsse, die den Vogel nicht heben sondern herniederziehen würde. Die selbstverständliche folgerichtige Anwendung dieses sehr einfachen Mechanismus zeigt, daß der Einwand unberechtigt ist. Durch die an der Unterfläche der Flügel hinstreichende Luft, die trotz des positiven Überdruckes nicht nach oben durch das Gefieder hindurchgetrieben werden kann, weil sie sonst eben so schädlich wirken würde wie eine Luftverdünnung unter den Flügeln, entfaltet bei ihrem Hinstreichen eine Saugwirkung, die wegen Durchlässigkeit des Gefieders für Luft in der Richtung von oben nach unten geht, mithin den Vogel nach oben saugt. Die Saugwirkung von oben nach unten ist aber mindesteus ebenso groß wie die von unten nach oben; beide Saugwirkungen halten sich also die Wage. Der zweite Einwand, daß die Luftverdünnung auch innerhalb des Federbalges gar nicht eintreten könne, weil er eine viel zu lockere, ungeschlossene Masse bilde, läßt wohl außer Acht, daß die Luft, abgesehen von der Unterfläche der Flügel, wo die Luftströmung ganz

oder teilweise rückläufig sein kann, ohne deshalb ihre Saugwirkung einzubüßen, überall in der Strichrichtung abfließt und dabei auf rein dynamischem Wege die Luftverdünnung aufrecht erhält, daß die Luftverdünnung sehr gering und zwar höchstens so groß ist, daß die Geschwindigkeit der Luft über den Deckfederfahnen gleich ist der „Ausflußgeschwindigkeit" der freien atmosphärischen Luft in den Raum unter den Deckfedern, daß die Lockerheit des Gefieders bei geringer Druckdifferenz gerade zweckmäßig ist, um ein freies elastisches Spiel des Gefieders zu ermöglichen, das mit harmonischer Trägheit neben den Geschwindigkeitsschwankungen der Luft einhergeht, endlich daß das in der Strichrichtung und seitlich dachziegelartig übereinander schließende Deckgefieder nicht nach einer solchen Richtung offen ist, daß eine Wiederaufhebung der Saugwirkung durch eindringende Luft bei dem Heft 13 beschriebenen Saugmechanismus wahrscheinlich wäre. Die allgemeinste Bedeutung des Gefieders ist die eines Schutzes gegen Wärmeverlust und Temperaturschwankungen. Es erhält die Temperatur von 40—44° C konstant. Es würde für einen pfeilschnell fliegenden Kolibri oder für den kleinsten europäischen Vogel, des nur 5,5 g wiegenden Goldhähnchen, verhängnisvoll, wenn die durch ihre eigene Flugbewegung eintretende Luftbewegung ins Innere ihres Gefieders vordränge. Dem wird aber schon durch die Glätte des Gefieders vorgebeugt. Durch den Gefiedermechanismus wird eine sonst kaum möglich erscheinende gleichartige mechanische Beanspruchung des gleichartig beschaffenen Gefieders erreicht. Durch ihn wird die Entstehung von Turbulenz über dem Gefieder verhindert, wodurch der Luftwiderstand in der Flugrichtung vermindert wird. Es ist unvermeidlich, daß das umfangreiche elastische Gefieder bei Geschwindigkeitszunahme irgendwie in stärkere Spannung versetzt wird. Es würde eine Energievergeudung bedeuten, wenn die zu dieser stärkeren Spannung erforderliche Energie nicht, wie bei den beschriebenen Mechanismus, wieder zugunsten des Vogels ausgenutzt würde. Bei den Vorstellungen des Herrn Lilienthal vermisse ich noch eine solche systematische Ausnützung der Gefiederenergie. Bei dem großen Volumen des Gefieders wäre ein Obsiegen im Daseinskampfe gegenüber anderen federlosen Flugtieren der erdgeschichtlichen Vergangenheit unmöglich gewesen ohne die zweckmäßigste Einrichtung des Gefieders. Schon der Archäopteryx hatte echte Federn. Bei den verschiedensten Vögeln haben sich die Federn sehr ähnlich gestaltet und erhalten. Auch die Schwungfedern mit ihren elastischen, nach den freien Enden hin sich verjüngenden und nachgiebiger werdenden Kielen werden dazu beitragen, daß der Vogel im Gegensatz zu angehängten, passiven künstlichen Modellen den Ablauf der Luft unmittelbar an seiner Oberfläche und an den Flächen seiner Flügel und des Schwanzes, vollkommen beherrscht, daß der Luftstrom unter dem Einfluß des Druckes des harmonisch angemessenen Vogelkörpergewichts und des feinen Spieles wechselnder Muskelspannungen den Weg vorwärts oder rückwärts einschlägt, der durch die Elastizitätsverhältnisse und gegebene Führungslinien vorgeschrieben ist, ohne daß es dabei zu unzweckmäßiger Turbulenz kommt. Eine solche Beherrschung der Luft, die eine der passiven gleichwertige aktive Phase der Flugbewegung zur Voraussetzung haben dürfte, wird aber auch beim Segelflug nicht möglich sein ohne Muskeltonusschwankungen und unterhalb der Schwelle der Wahrnehmbarkeit liegende Flügelbewegungen. Ein Fehlen solcher Schwankungen besonders bei dauerndem Segeln wie dem der Möven wäre der physiologischen Ernährung des Muskels nicht günstig; es würde auch dem lebhaften Atmungsbedürfnis des Vogels nicht entsprechen. Denn die Lungenventilation wird beim Fliegen und Segeln durch die Luftsäcke des Vogels vermittelt, die unter den Brustmuskeln, um die Luftröhre, in Brust und Bauch liegen, deren Füllungsgrad von Geschwindigkeitsschwankungen abhängt. Wegen der unvermeidlichen Volumenschwankungen der Luftsäcke müssen dieselben in einem harmonischen Abhängigkeitsverhältnis zu den Flugphasen stehen. Für Wechsel von aktiver und passiver Phase spricht auch, daß der Segelflug offenbar aus dem gewöhnlichen, unnachahmlichen Vogelflug phylogenetisch hervorgegangen ist. Die Geschwindigkeitsschwankungen des Segelfluges relativ zur Luft zu beobachten, wird aber dadurch erschwert, daß eine Zunahme des Gegenwindes wegen der Flügelwirkung, die wohl sperrzahnähnlich ist, nicht zu sichtbaren Verzögerungen zu führen braucht, während umgekehrt ein Gleitflug durch beschleunigende Wirkung des Gefieders bei abnehmendem Gegenwind und entsprechender Flügelhaltung so umgestaltet oder verschleiert werden kann, daß ein Verlust an äußerer Lageenergie nicht eintritt oder nicht zur Wahrnehmung kommt. Über den Abhängen der Meereswellenberge entsteht offenbar ein stärkerer Auftrieb als über den Tälern. Wäre der Auftrieb über Wellenberg und -Tal gleichmäßig, so wäre nicht einzusehen, warum ein Vogel nicht relativ zum Meeresgrunde im Auftriebe über dem Meere ohne zu rütteln stillstehen kann, wie der Raubvogel über dem Landberge; warum große Vögel nicht dicht über den relativ zu kleinen Wellen größerer Binnenseen geradlinig segeln. Das Land bietet an seiner Grenze gegen Gewässer, an Bodenwellen, Sanddünen, Bergen reichlich Möglichkeit zu Wechsel der Auftriebsstärke; bei Mangel daran schafft Kurvensegeln den erforderlichen Geschwindigkeitswechsel relativ zur Luft; Flügelschläge oder ein Gleitflug werden eingelegt. Ein Gleitflug in bedeutender Höhe wird oft nicht vom Segeln zu unterscheiden sein, z. B. beim Baumfalken. Der künstliche Rhönsegelflug ist auch nach Herrn Lilienthals Ansicht kein echter Segelflug.

Einzelberichte.

Die Ursache der Eiszeit.

Mannigfache Hypothesen über die Ursache der Eiszeit sind bereits ausgesprochen worden, ist doch dieses Problem zweifellos die interessanteste Aufgabe, die uns die Erdgeschichte stellt. Vielen solchen Erklärungsversuchen liegen mehr oder weniger wahrscheinliche bzw. mögliche kosmische Ursachen zugrunde. Bald soll die Erdachse sich im Erdkörper verschoben haben, bald sollen Schwankungen der Exzentrizität der Erdbahn in periodischem Wechsel wärmere und kältere Epochen bedingen; aber keine dieser verschiedenen Ansichten hat die Mehrzahl der Forscher bis jetzt zu überzeugen vermocht. Neuerdings vertritt Nölke[1]) die Ansicht, die Eiszeiten seien zurückzuführen auf Durchquerungen kosmischer Nebelmassen, denen das Sonnensystem bei seiner mit rund 20 km Geschwindigkeit stattfindenden Bewegung nach dem Sternbilde der Leyer begegnet. Die Absorption, die dabei die Sonnenstrahlen erfahren, könnte nach Nölkes Meinung bei bestimmten Dichtigkeitsverhältnissen größer sein als die durch den Aufprall der Nebelmassen auf die Himmelskörper entstehende Wärme. Wenn Nölke den großen Orionnebel für die diluviale Eiszeit verantwortlich macht, so übersieht er, daß der Apex der Sonnenbewegung nach den neuesten Bestimmungen eine Deklination von $+30^0$ bis 35^0 hat, während der Orionnebel in -5^0 Deklination liegt, also durchaus nicht mit dem Antiapex zusammenfällt. Auch würde bei der von Bergstrand für den Orionnebel gefundenen Parallaxe von nur 0,008", der eine Entfernung von 400 Lichtjahren entspricht, die Eiszeit schon 7 Millionen Jahre hinter uns liegen, was sicherlich viel zu viel ist. Uns scheint es auch gar nicht nötig, daß das kosmische Gebilde, dessen Durchquerung die Eiszeit bedingte, sichtbar sein muß. Im Gegenteil ist es wahrscheinlicher, daß es zur Gruppe der unsichtbaren, sich eventuell nur durch Absorption des Lichtes schwächster, dahinter stehender Sterne bemerkbar machender Nebelmassen gehört, auf deren Existenz jüngst wieder Hagen aufmerksam gemacht hat.

Die nur auf der südlichen Erdhalbkugel nachgewiesene permische Eiszeit könnte verursacht gewesen sein durch einen Nebel von etwas größerer Dichte, so daß die bei der Durchquerung in der Richtung des Apex vorangehende, nördliche Erdhälfte infolge des Aufpralls der Nebelmaterie erhöhte oder wenigstens nicht verminderte Temperatur angenommen hätte, während auf der Südhalbkugel, wo nur die Absorption des Sonnenlichts zur Wirkung kam, starke Abkühlung eingetreten wäre. Sogar das auffällige, durch Fehlen der Jahresringe der Holzgewächse angezeigte Vorkommen tropischer Vegetationen auf Spitzbergen in früheren geologischen Epochen könnte mit der erwärmenden Wirkung dichterer kosmischer Massen auf der bei der Bewegung des Sonnensystems vorangehenden, nördlichen Halbkugel der Erde in Verbindung gebracht werden.

Die Wasserstoffschicht, die nach unserem gegenwärtigen Wissen unsere Stickstoffatmosphäre von etwa 80 km Höhe ab überlagert, könnte nach Nölkes Meinung sehr wohl aus dem Nebel, durch den unser Planet einst hindurchgegangen ist, entnommen sein, ebenso auch die von 230 km Höhe ab nach Wegener vorhandene Geocoroniumhülle, in der sich gewisse Polarlichterscheinungen abspielen. Kbr.

[1]) Siehe „Die Naturwissenschaften" 1921, Heft 42.

Ein neues Brutvorkommen der Bartmeise in Deutschland.

Die Bartmeise, Panurus biarmicus L., deren Verbreitungsgebiet Reichenow in seinen „Kennzeichen der Vögel Deutschlands" (Neudamm 1902, 116) knapp, aber klar mit den Worten umschreibt: „Brütet in Holland, England, im südlichen Europa und Kleinasien", ist früher vereinzelt auch in Deutschland brütend nachgewiesen worden, in den letzten Jahrzehnten aber, obwohl ihr Vorkommen auch in anderen ausgedehnteren Rohrgebieten nicht ganz unwahrscheinlich erschien, als wahrscheinlicher Brutvogel nur noch bei Danzig beobachtet worden. Im verflossenen Sommer ist es dem als zuverlässigen Ornithologen geschätzten Pfarrer Dr. Fr. Lindner in Quedlinburg gelungen, auf dem Madüsee in Pommern, dem zweitgrößten See dieser Provinz, das zweite Brutvorkommen der Art in unserem Vaterlande nachzuweisen. Über die Auffindung der Meise an dem neuen Vorkommen berichtet ihr Entdecker ausführlich in der Ornithol. Monatsschrift (46, 1921, 149—155), aus der hier das Folgende hervorgehoben sei. Nachdem bereits bei einem im vergangenen Jahre erfolgten Besuche des Sees das Vorkommen des Vogels vermutet worden war, sein Nachweis aber nicht gelang, war dieser in einer überraschend glänzenden Weise in der verflossenen Brutsaison möglich. Bei einem Eindringen in das schwer zugängliche Rohr des Seegebietes am 30. Juni wurden drei jüngere Vögel: 2 ♀♀ und 1 ♂ gesichtet und längere Zeit hindurch beobachtet; Vögel, die nur an Ort und Stelle erbrütet sein konnten. Wenige Tage später, am 10. Juli, wurden durch die Herren Besch und Robien-Stettin, die von Dr. Lindner auf das Vorkommen aufmerksam gemacht worden waren, neben einem Nest mit 5 Jungen noch zwei Gesellschaften flügger Junger und mehrere Alte, im ganzen 30 Vögel, festgestellt. — Die Auffindung der Bartmeise in Pommern ist zugleich auch die erste sichere Beobachtung der Art wieder in der Provinz seit 84 Jahren. Sie wird aus den Jahren 1826 von Greifswald und 1833 aus der Nähe von Müg-

genhall in den (ungedruckten) ornithologischen Tagebüchern des ehemaligen Konservators Dr. N. Schilling-Greifswald erwähnt und ist dann in dem von ihm zusammen mit Hornschuch herausgegebenen „Verzeichnis der in Pommern vorkommenden Vögel" (Greifswald 1837) nur ganz allgemein als seltener Zugvogel aufgeführt. In seiner „Systematischen Übersicht der Vögel Pommerns" (Anklam 1837) erwähnt E. F. v. Hohmeyer die Beobachtung einer kleinen Gesellschaft im Herbst 1835 bei Uckermünde und berichtet im 1. Nachtrag zu seiner Übersicht (1841) von der Sichtung einer Familie nochmals an der gleichen Stelle. Ein von ihm erwähntes Belegstück im Zoologischen Museum zu Greifswald ist nach dem Katalog des Museums mit noch einem zweiten, einige Monate später eingegangenen 1829 bei Greifswald selbst erbeutet worden. Ein noch jetzt im Museum befindliches Stück trägt ebenfalls die Bezeichnung Greifswald, ist aber sonst mit keinerlei weiteren Angaben über die Herkunft und die Zeit der Erbeutung versehen.

Rud. Zimmermann.

Zur Biologie der Pfeilwürmer.

P. van Oye[1]) erwähnt aus dem Javameer vier Gattungen und 18 Arten von Chätognathen, darunter 1 Gattung und 6 Arten als neu. Es wurden mit großen Planktonnetzen mehr Chätognathen gefangen als mit kleinen, was in methodischer Hinsicht Beachtung verdient und auf dem Seh- und schnellen Schwimmvermögen der Tiere beruhen dürfte. Die Ernährung besteht — was nicht ganz neu ist — meist aus Kopepoden und aus anderen Chätognathen. Die Beute wird von den großen, am Kopf stehenden Greifhaken, deren jeder für sich beweglich ist, ergriffen, von den Kiefern aber nur mundgerecht gemacht, in den sich trichterförmig öffnenden Mund hineingeschoben und im Magen bis auf die Hartgebilde verdaut. Ihrerseits dienen die Chätognathen Medusen und Fischen zur Nahrung. Auf Chätognathen fanden sich nicht selten peritriche Ciliaten als Parasiten.

V. Franz, Jena.

Die Konstitution des Cyanwasserstoffs.

Trotz der vielfachen Verwendung, die der Cyanwasserstoff (Blausäure) zu theoretisch und praktisch wichtigen Untersuchungen und Arbeiten findet, trotz der Unzahl von Derivaten, in denen sein Strukturbild mehr oder weniger verändert vorliegt, ist man sich über die Formulierung dieses Stoffes im Sinne der Strukturchemie nicht einig. Rein formal besteht die Möglichkeit, die Verbindung HCN in den beiden Formeln H — N = C und H — C ≡ N wiederzugeben. Nach der ersten wäre Cyanwasserstoff ein Abkömmling des Ammoniaks, nämlich Carbylamin oder Iso-nitril. Nach der zweiten Auffassung wäre er das Nitril der einfachsten Carbonsäure, der Ameisensäure, also Formonitril. Beide Auffassungen haben ihre experimentelle Begründung und dementsprechend ihre Vertreter unter den Chemikern gefunden. So betrachten, ohne daß dies im einzelnen erläutert sei, Nef und Lemoult den freien Cyanwasserstoff als Isonitril, Gautier und Brühl den gleichen Stoff als Formonitril. Wade hinwiederum erkennt die Nitrilform zwar der freien Blausäure, den Salzen jedoch die Isonitrilform zu. Ähnlich zweideutig erscheint der Stoff auf Grund der Untersuchungen von Guillemard und von Auger. Und schon 1885 wandte K. Laar seine bekannte Oszillationshypothese auf die Blausäure an, um ihr zwiefaltiges Verhalten zu deuten. In der freien Säure sollte der Wasserstoff von N nach C schwingen, so daß je nach den Reaktionsbedingungen bald die eine, bald die andere Form die vorherrschend wirksame sein könne. So einfach die Erklärung erscheint, so ist sie, da sie in den meisten analogen Fällen versagte, doch verlassen worden. Statt dessen hielt man die freie Säure für ein allelotropes Gemenge beider Formen, wie in entsprechender Weise zahlreiche andere Beispiele bekannt wurden.[1]) Über die Mengenanteile der miteinander im Gleichgewicht angenommenen Formen war jedoch nichts auszusagen. In chemischen Umsetzungen war, das lehrten die genannten Forschungsergebnisse, ein einwandfreies Kriterium hierfür nicht zu erblicken. Ja, es entbehrt nicht der Komik, daß aus der elektrolytischen Leitfähigkeit des wenig dissoziierten Quecksilbercyanides Kieseritzki auf die Isonitril-, Ley im strikten Gegensatz auf die Nitrilform schließt!

Kurt H. Meyer, dem mehrere für das Verständnis der tautomeren Stoffe förderliche Arbeiten zu danken sind, hat nun in Gemeinschaft mit H. Hopff die Frage nach der Konstitution des freien Cyanwasserstoffs erneut angeschnitten.[2]) Unter gewissen Vorsichtsmaßregeln gelingt es bekanntlich, tautomere Substanzen aus ihrer gegenseitigen Mischung zu isolieren und sie so wenigstens vorübergehend frei von der anderen Form, mit der sie in Gleichgewicht stehen, zu erhalten. Ein Weg hierzu ist die fraktionierte Destillation. Auf Grund analoger Verhältnisse war zu erwarten, daß hierbei zunächst das leichter flüchtige Isonitril destillieren würde. Aus einer Änderung des Brechungsindex der einzelnen übergehenden Fraktionen hätte sich also eindeutig die Anreicherung der einen Form erkennen lassen. Der Versuch ließ aber nicht die geringste Änderung des Brechungsindex erkennen. Man muß also, bei der Schärfe dieses Reagenz, schließen, daß

[1]) P. van Oye, Untersuchungen über die Chätognathen des Javameers. In: Contributions à la Faune des Indes néerlandaises. Buitenzorg 1918.

[1]) Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XX, S. 672, 1921.

[2]) Ber. d. d. Chem. Gesellsch. 54, S. 1709, 1921. Daselbst Angabe der sämtlichen bisherigen Arbeiten in der Literatur.

Blausäure keinesfalls ein Gemisch zweier Tautomeren sei, die sich mit meßbarer Geschwindigkeit ineinander umlagern. Auch eine sehr hohe Umlagerungsgeschwindigkeit kommt nicht in Frage, denn Meyer und Hopff fanden weiter, daß flüssige und gasförmige Blausäure die gleiche Molekularrefraktion besitzen, was andernfalls ausgeschlossen ist. Endlich läßt sich die Molekularrefraktion der beiden Formen berechnen. Vergleicht man sie mit der experimentell gefundenen (MD = 6,48), so ergibt sich eine hinreichende Übereinstimmung nur für die Nitrilform, für die sich der Wert 6,52 berechnet.

In Übereinstimmung hiermit führt auch eine thermochemische Betrachtung die beiden Verf. zu dem Ergebnis, daß freier Cyanwasserstoff im wesentlichen Formonitril mit einer geringen Beimengung von Carbylamin ist.

Läßt sich dieser Befund erhärten, so würde sich die physiologische Wirksamkeit der Blausäure allerdings in bemerkenswertem Licht darstellen.

H. Heller.

Bücherbesprechungen.

Helmholtz, H. v., Schriften zur Erkenntnistheorie. Hrsg. und erläutert von Paul Hertz und Moritz Schlick. Berlin 1921, Springer.

Die Herausgabe dieses Werkes, das die Herausgeber „dem Andenken an Hermann v. Helmholtz zur Jahrhundertfeier seines Geburtstags" gewidmet und womit sie diesem für die Geistesgeschichte der Menschheit so bedeutsamen Tage das schönste Denkmal errichtet haben, ist nicht nur in diesem Sinne ein großes Verdienst, sondern entspricht wirklich einem wissenschaftlichen Bedürfnis, wenn ich diesen etwas reichlich mißbrauchten Terminus auch einmal in wirklich zutreffender Weise anwenden darf. Denn dieses Buch bietet zum ersten Male eine in sich geschlossene Gesamtdarstellung der Erkenntnistheorie Helmholtz' und zwar eine keineswegs subjektiv gefärbte Darstellung, an denen ja gerade kein Mangel herrscht, sondern eine insofern denkbar objektive, als sie Helmholtz' Lehre von diesem selbst darstellen lassen! Die Herausgeber haben sich eben die Aufgabe gestellt, Helmholtz' in Frage kommenden Abhandlungen in solcher Auswahl vorzulegen, daß eben dieses einheitliche Gesamtbild entsteht, ein bei der Zerstreuung zwar nicht der Hauptschriften Helmholtz' zur Erkenntnistheorie, wohl aber der vielen wichtigen ebenfalls hierhin gehörigen Bemerkungen in den anderen Abhandlungen keineswegs leichtes Unternehmen. Die Herausgeber haben aber diese Aufgabe mit großem Geschick in der Weise gelöst, daß sie dem wörtlichen Abdruck der Hauptschriften reiche Anmerkungen haben folgen lassen, die abgesehen von ihrer kommentariellen Bedeutung eben alle jene gelegentlichen Bemerkungen von Helmholtz gründlich verwerten. Besonders wertvoll an diesen Anmerkungen ist auch das ständige Fühlungbewahren mit den modernen Problemen der Erkenntnistheorie der Mathematik und Naturwissenschaften.

Hoffentlich hat diese meisterliche redaktionelle Arbeit nur nicht die Wirkung, daß manche ihrer Leser die Lektüre der Originalwerke Helmholtz', besonders der zu den klassischen Hausbüchern des modernen Gebildeten gehörenden „Vorträge und Reden", fortan für überflüssig halten. Hoffentlich dient diese Neuausgabe vielmehr dazu, die Kenntnis jener herrlichen Bücher noch mehr zu verbreiten. Das wäre der schönste Dienst, den sie der Erinnerung an Helmholtz leisten könnte.

Noch eine weitere Wirkung wünsche ich dem vorliegenden Buche, die nämlich, daß recht viele, die Helmholtz' Erkenntnistheorie bisher nur aus der flüchtigen Darstellung kennen, die sie in den gebräuchlichen Lehrbüchern der Geschichte der Philosophie gefunden hat, erkennen möchten, wie wenig diese Darstellungen, die Helmholtz' Lehre viel zu psychologisch schildern, in die Tiefe gegangen sind. Das psychologische, genauer physiologisch-physikalische Element ist nur die äußere Form der Helmholtz'schen Lehren, die sich sehr einfach daraus erklärt, daß Helmholtz der bisher bedeutendste Erforscher jener Probleme war, die mit gleichem Recht in drei Wissenschaften, Physik, Physiologie und Psychologie grundlegend sind. Im Grunde ist Helmholtz' Erkenntnistheorie ebensowenig psychologistisch fundiert wie etwa die Lehre Kants, deren Problemen Helmholtz wieder einer der ersten Wegbereiter im Neukantianismus war.

Nicht unwidersprochen möchte ich die Meinung der Herausgeber lassen, daß Helmholtz in seinen nicht erkenntnisheoretischen Werken, seinen Hauptleistungen also, für uns nur noch mehr historische Bedeutung habe. Mir will es so scheinen, als ob die modernen Probleme der Physik, wie sie sich in erster Linie um die Relativitätstheorie gruppieren, zurzeit mehr durch eine Betonung des Gemeinsamen mit der „klassischen Physik" gefördert werden können als durch die reichlich unhistorisch gedachte, ewige Betonung des Gegensätzlichen. Und dann ist auch der Physiker Helmholtz auch heute noch eine keineswegs bloß historische Größe.

A. Meyer.

Lipps, G. F., Grundriß der Psychophysik. Mit 6 Zeichnungen. Dritte, neubearbeitete Auflage. Berlin und Leipzig, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, Walter de Gruyter & Co. Sammlung Göschen Nr. 98.

Dieses Buch, das jetzt in 3., weitgehend um-

gearbeiteter Auflage vorliegt, hat sich bereits in seinen früheren Auflagen als eine ebenso kurze, wie gründliche Einführung in denjenigen Teil der Psychologie bewährt, den man mit James als „naturwissenschaftliche Psychologie" bezeichnen kann und den Fechner bekanntlich Psychophysik genannt hatte. Es erübrigt sich daher, der neuen Auflage besondere Empfehlungen mit auf den Weg zu geben. Möge sie ebenso wie ihre Vorgängerinnen dazu beitragen, klare Begriffe und gründliche Kenntnisse in demjenigen Teile der in prinzipieller Hinsicht so viel mißhandelten Psychologie zu verbreiten, der wegen der Exaktheit seiner Methoden und der Objektivität seiner Ergebnisse noch am ehesten als Wissenschaft in dem strengen Sinne Kants auftreten kann.

Als ganz besonders klar und lichtvoll sind uns Lipps kurze Darlegungen erschienen über „das psychische Maß und die psychophysischen Maßmethoden", demjenigen Gebiet, auf dem Lipps ganz besonders als Autorität gelten kann, sowie seine daraus folgenden Ausführungen über „Ordnen und Messen" psychologischer Phänomene, einem Gebiete, auf dem von Philosophen und doktrinären Naturforschern bekanntlich sehr viel Verwirrung angerichtet worden ist.

Wir wünschen dem trefflichen Büchlein auch weiterhin gute Wirkungen. Adolf Meyer.

Geitler, J., Elektromagnetische Schwingungen und Wellen. „Die Wissenschaft" Band 6. Zweite, vermehrte Auflage. 218 S. mit 110 Abbildungen. Braunschweig 1921, F. Vieweg & Sohn. — Geh. 30 M.

Es ist sehr zu begrüßen, daß die Herausgabe der vorliegenden Neuauflage Gelegenheit gibt, weitere Kreise auf diese erstmalig im Jahre 1905 erschienene vortreffliche Monographie nachdrücklichst hinzuweisen. Ein besonderer Vorzug dieser klaren, alle wesentlichen prinzipiellen Fragen mit großer Sorgfalt und Vollständigkeit behandelnden Übersicht über das theoretisch und praktisch bedeutungsvolle Gebiet der elektromagnetischen Schwingungen ist die scharfe Hervorhebung der historischen Entwicklung und die unübertreffliche Herausarbeitung der großen das Gebiet der Niederfrequenzen und die übrige Optik verknüpfenden allgemeinen physikalischen Gesichtspunkte.

Die Schrift beginnt mit einer kurzen Betrachtung der alten Vorstellung einer unmittelbaren Fernwirkung und zeigt dann sehr eingehend, wie die Theorie der vermittelten Fernwirkungen von Faraday begründet, von Maxwell vertieft und schließlich von Hertz experimentell verifiziert worden ist. Etwa den gleichen Raum nimmt die systematische Darstellung der weiteren Entwicklung ein, die in den drei Abschnitten 1. die elektromagnetischen Wellen und die Optik, 2. die Ausbreitung der elektromagnetischen Strahlung, 3. Verfahren zur Erzeugung und Beobachtung elektromagnetischer Wellen gegeben wird. Die Neuauflage berücksichtigt hier in theoretischer Hinsicht insbesondere die Bedeutung des Quantenbegriffs in der Strahlungstheorie, und in praktischer Hinsicht sind die wichtigen neuen Verfahren der Erzeugung und Verwertung ungedämpfter Schwingungen aufgenommen worden. Im letzteren Fall wäre vielleicht etwas größere Ausführlichkeit zu wünschen.

Die mustergültige allgemeinverständliche Darstellung ist in gleicher Weise sowohl zur Einführung in den Gegenstand als zur Vertiefung früherer Kenntnis bestens geeignet.

A. Becker.

Das Tierreich. IV. Fische. Von Prof. Dr. Max Rauther, Konservator a. d. Württ. Naturaliensammlung. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 42 Abbildungen. Sammlung Göschen Nr. 356. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co. Berlin W 10 und Leipzig 1921. Preis 6 M.

Ein ausgezeichnetes Nachschlagewerkchen zur raschen verhältnismäßig genauen Orientierung über den Körperbau der Fische, über ihr System — für die Teleostier wurde Boulenger zugrunde gelegt — und über die Kennzeichen der allermeisten bekannteren Arten und selbst Varietäten, sowie über die Hauptzüge in ihren Lebensverrichtungen. Nur durch ausgiebige Verwendung von Kleindruck und sehr knappen Stil war es möglich, diesen umfangreichen Stoff auf 144 Kleinoktavseiten zu bewältigen. Wie gesagt, wird das Büchlein als Nachschlagewerk selten versagen, außer allerdings bei Zierfischen der heutigen Aquariumliebhaberei; diese kommen sehr kurz weg, ja bleiben großenteils unerwähnt. Wer also von dieser Seite den Fischen nähergetreten ist und weiterhin nähertreten will, kann demnach an Hand des Rautherschen Büchleins seine Kenntnisse nur in allgemeinere einordnen. Wer sich über die deutsche oder über die bekannteste Meeres-Fischfauna unterrichten will, wird das Büchlein mit Nutzen verwenden.[1])

V. Franz.

Study, E., Denken und Darstellung. Logik und Werte, Dingliches und Menschliches in Mathematik und Naturwissenschaft. Sammlung Vieweg (Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik) Heft 59, 1921. 43 S. 8°. 3.20 M.

Der Verf. wünscht bei allen Lehrern naturwissenschaftlicher Fächer ein gründliches Studium der Differential- und Integralrechnung, damit das

[1]) Für einen Neudruck sei empfohlen, das Vorderhirn der Fische den neuen Anschauungen entsprechend darzustellen, sowie Amphioxides zu streichen, da letztere 1905 aufgestellte Gattung ein Jahr später von ihrem Autor selber zurückgezogen worden ist. Dagegen wäre die Gattung Asymmetron zu nennen. Diese Ausstellungen werden dem Ref. nur dadurch nahegelegt, daß sie in von ihm selber bearbeitete Gebiete fallen. Die gewünschten Berichtigungen aber würden gerade solche Punkte betreffen, die der Aufmerksamkeit jedes Lesers sicher sein würden.

erforderliche Gefühl erweckt werde für die Notwendigkeit genauen Ausdrucks, und das Zutrauen in die Zuverlässigkeit längerer Schlußketten sich stärke. Er verurteilt die Abkehr von Theorie und „Spekulation" ebenso sehr wie oberflächliche, widerspruchsvolle Theorien. Zu letzteren rechnet er den Lamarckismus und die Kritik der Selektionstheorie. Er wünscht sich die biologischen Disziplinen nicht als beschreibende und begrüßt um so mehr exakte Physiologie und Erblichkeitslehre. Darwins Abneigung, zu polemisieren, habe die Wirkung seiner Gedanken sehr beeinträchtigt. Der Vitalismus überkleistere Denklücken mit leeren Worten. In zahlreichen Fällen sei eine Nachprüfung vorhandener Lehren nötig. Gleichwohl müssen in der Naturwissenschaft ebensowenig wie in der Mathematik alle Schlußketten in ihre letzten Elemente aufgelöst werden.

V. Franz, Jena.

Planck, M., Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie. Nobel-Vortrag gehalten vor der Königlich Schwedischen Akad. d. Wiss. zu Stockholm am 2. Juni 1920. 32 Seiten. Leipzig 1920, J. A. Barth. Geh. 4 M.

Wer sich über das Wesen und die Bedeutung der Quantentheorie zuverlässig orientieren will, wird den Abdruck des Planckschen Nobelvortrags ganz besonders begrüßen. Der Begründer dieser Theorie gibt hier einen unübertrefflichen knappen und doch durchweg klaren Überblick über die Entwicklung seiner theoretischen Untersuchungen, den mühevollen Weg, auf dem er mit der Einführung des Energiequantums die Grundlagen der Quantentheorie gelegt hat, und den gewaltigen Einfluß der neuen Erkenntnis auf die gesamte gegenwärtige physikalische Forschung.

A. Becker.

Anregungen und Antworten.

In Nr. 43 der Naturw. Wochenschrift 1921 erwähnt H. Kranichfeld in seinem hochinteressanten Aufsatz über fremddienliche Zweckmäßigkeit die Trunksucht der Graubündner. Ich bin Ostpreuße und lebe seit über 21 Jahren in Graubünden und habe das Land nach allen Richtungen hin durchstreift. Ich habe die Bündner als ruhige, nüchtern abwägende, dem Fremden gegenüber etwas verschlossene Menschen kennen gelernt. Nie habe ich einen betrunkenen Bündner gesehen. Man schätzt ganz gewiß den herben und doch feurigen Veltliner Wein, der hier in der Gebirgswelt seine besten Eigenschaften entfaltet; man trinkt ihn, aber man säuft ihn nicht. Es wäre gewiß interessant zu erfahren, auf welche Beobachtungen Herr Kranichfeld seine Behauptung stützt.

Dr. Otto Suchlandt.

Lauterzeugung bei einem Krebs. Ein Geräusch, sehr ähnlich dem, das bei dem Herausziehen eines Stöpsels aus einer Flasche entsteht, habe ich an der Küste der Provinz St. Catharina (Südbrasilien) gehört. Es wurde hervorgebracht von einem Vertreter der Gattung Alpheus, der dort an den Felsen unter Schwämmen, Bryozoen usw. verborgen lebte. Es kam dadurch zustande, daß der bewegliche Finger der großen Schere einen zylindrischen Fortsatz besaß, der genau in eine Grube des unbeweglichen Fingers paßte. Wurde die Schere geöffnet, der Fortsatz aus der Grube gezogen, so entstand das Geräusch, das also ganz in der gleichen Weise zustande kam, wie das beim Öffnen einer Flasche.

G. W. Müller.

Literatur.

Thirring, Hans, Die Idee der Relativitätstheorie. Berlin '21, Julius Springer. 24 M.

Pauli, W. jun., Relativitätstheorie. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner. 40 M., geb. 50 M.

Lenard, Prof. Dr. Ph., Über Äther und Uräther. Leipzig '21, S. Hirzel. 9 M.

Mie, Prof. Gustav, Die Einsteinsche Gravitationstheorie. Leipzig '21, S. Hirzel. 7 M.

Sammlung Göschen: Bauer, Prof. Dr. Hugo, Geschichte der Chemie I/II. Berlin und Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.

Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner.

675: Nienburg, W., Pilz und Flechten.

720: Ziegler, K. und Oppenheim, S., Weltuntergang in Sage und Wissenschaft.

Mathematisch-physikalische Bibliothek Band 8: Meth, Paul, Theorie der Planetenbewegung. Leipzig und Berlin '21, B. G. Teubner. Kart. 5 M.

Cloos, Dr. H. und Meister, Dr. E., Bau und Bodenschätze Osteuropas. Leipzig und Berlin 21' B. G. Teubner. Kart. 30 M.

Kultur und Welt: Brehm, Alfred, Kleine Schriften. Leipzig '21, Bibliographisches Institut. Geb. 37 M.

Linck, Prof. Dr. G., Tabellen zur Gesteinskunde, 5. Aufl. Jena '21, Gustav Fischer. 15 M.

Parek, Oskar, Urgeschichte Württembergs. Stuttgart '21, Strecker & Schröder. 22 M., geb. 30 M.

Wissenschaft und Bildung: Lehmann, Richard, Geographische Beobachtungen. Leipzig '21, Quelle & Meyer. Geb. 10 M.

Hertwig, Oscar, Zur Abwehr des ethischen, des sozialen, des politischen Darwinismus. 2. Aufl. Jena '21, Gustav Fischer. 14 M.

Vannino, Prof. Dr. Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie. I. Band: Anorganischer Teil. 2., vielfach vermehrte Auflage. Stuttgart '21, Ferdinand Enke. 140 M.

v. Lippmann, Prof. Dr. Edmund O., Zeittafeln zur Geschichte der organischen Chemie. Berlin '21, Julius Springer. 181 M.

Inhalt: A. Meyer, Die logische Stellung der Biologie im System der Wissenschaften. S. 57. W. Frölich, Segelflug und fliegende Fische. S. 64. — **Einzelberichte:** Nölke, Die Ursache der Eiszeit. S. 68. Fr. Lindner, Ein neues Brutvorkommen der Bartmeise in Deutschland. S. 68. P. van Oye, Zur Biologie der Pfeilwürmer. S. 69. K. H. Meyer und H. Hopff, Die Konstitution des Cyanwasserstoffs. S. 69. — **Bücherbesprechungen:** H. v. Helmholtz, Schriften zur Erkenntnistheorie. S. 70. G. F. Lipps, Grundriß der Psychophysik. S. 70. J. Geitler, Elektromagnetische Schwingungen und Wellen. S. 71. M. Rauther, Das Tierreich. S. 71. E. Study, Denken und Darstellung. S. 71. M. Planck, Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie. S. 72. — **Anregungen und Antworten:** Trunksucht der Graubündner. S. 72. Lauterzeugung bei einem Krebs. S. 72. — **Literatur:** Liste. S. 72.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 5. Februar 1922. | Nummer 6.

Zur Kontraktionstheorie.

Eine Rechtfertigung.

[Nachdruck verboten.]

Von Prof. Dr. Fr. Nölke, Bremen.

Lange Zeit hat die als Kontraktionstheorie bezeichnete Annahme, daß der Erdkörper als ursprünglich feuriger Glutball einem Abkühlungsprozeß unterliege und daß die durch die entstehende Volumverkleinerung ausgelösten Kräfte, neben den an der Erdoberfläche selbst wirkenden zerstörenden und aufbauenden Kräften, in der geologischen Vergangenheit dem Antlitz der Erde seine Züge eingeprägt habe, in der Wissenschaft fast allgemeines, unbestrittenes Ansehen genossen. In den letzten Jahren sind aber, weil nach der Ansicht mancher Forscher mehrere Beobachtungstatsachen sich nur schwer mit ihr in Einklang bringen lassen, Angriffe auf diese Theorie erfolgt, und man hat versucht, sie durch andere Annahmen zu ersetzen. Einer ihrer Hauptgegner ist A. Wegener, und seine Argumente und die seiner Vorgänger sind wohl geeignet, den der Kontraktionstheorie anhängenden Geologen nachdenklich zu stimmen. Allein wenn man, diese Argumente anerkennend, versucht, sich mit Hilfe neuer Annahmen ein Bild von der Entwicklung der Erde zu machen, so stößt man bald auf andere, nicht weniger große Schwierigkeiten. Diese Tatsache zwingt zur Vorsicht. Bevor man das Alte, lange Zeit hindurch Bewährte aufgibt, empfiehlt es sich jedenfalls, durch eine gründliche Prüfung festzustellen, ob man Besseres dafür eintauscht. Und zeigt sich, daß die neuen Annahmen vor einer strengen Kritik nicht bestehen können, so ist es natürlich, daß man sich wieder der alten Erklärung zuwendet, in der stillen Erwartung, daß sie doch wohl das richtige treffe. Wir wollen im folgenden versuchen nachzuweisen, daß es sich mit der Kontraktionstheorie wirklich so verhält, daß nur eine falsche Auffassung schuld daran war, daß Zweifel an ihrer Richtigkeit auftauchen konnten. Für die Wissenschaft ist die Wanderung auf einem Irrwege immer bedauerlich; aber etwas Gutes hat sie doch zur Folge. Nur durch eine sorgfältige Umschau und Ausschau gelingt es vom Irrweg den rechten Weg zurückzugewinnen, und dieser Zwang führt in der Wissenschaft zur Klärung der Vorstellungen und zur Vertiefung der Einsicht.

Neue Hypothesen.

A. Wegener führt die Entstehung der Gebirge nicht auf die Schrumpfung des Erdkörpers zurück, sondern erklärt sie als die Wirkung eines doppelten Verschiebungszwanges der Kontinente, einer Polflucht und einer Ostwesttrift derselben. Die Polflucht ist eine Wirkung der Zentrifugalkraft, die dadurch entsteht, daß der Schwerpunkt der aus den leichteren Sialmassen sich zusammensetzenden Kontinentalschollen in einem etwas höheren Niveau liegt, als der Schwerpunkt des von ihnen verdrängten schwereren Simas; die Ostwesttrift ergibt sich aus der Richtungsablenkung, die alle dem Äquator zustrebenden Massen auf der Erdoberfläche erfahren. Daß Kräfte in dem von Wegener angegebenen Sinne wirksam sind, steht hiernach fest. Es zeigt sich aber, daß sie viel zu schwach sind, um die erforderliche Wirkung hervorzubringen. Der die Polflucht bewirkende Verschiebungsdruck beträgt nämlich, selbst bei Kontinentalschollen von vielen tausend km Durchmesser, nur 1 bis 2 Atmosphären auf dem Quadratzentimeter ihrer Stirnwand.[1]) Dieser Druck reicht bei gewissen Annahmen über die Zähigkeit der die Kontinentalschollen unterlagernden Simamassen nach einer Rechnung von P. Epstein[2]) gerade aus, um die Schollen mit der von Wegener hergeleiteten Geschwindigkeit wagerecht zu verschieben, vorausgesetzt, daß ihnen kein Hindernis im Wege steht. Da ihnen aber fast in ihrer ganzen Dickenerstreckung (100—120 km) die den Boden der Ozeane bildenden Gesteinsschichten in nur wenig geringerer Dickenerstreckung vorgelagert sind, so kann die Verschiebung nicht erfolgen. Denn ein Druck von 2 Atmosphären auf dem qcm ruft bei Gesteinen gar keine erkennbare Wirkung hervor. Eine Emporstülpung der Ränder würde nur erfolgen, wenn die dem Druck unterliegenden Massen flüssig wären, und auch dann würden nur Hügel von einigen Metern Höhe entstehen. Bei festen Schollen aber, wie sie wirklich vorliegen, führt der Druck nur zu einer geringen molekularen Spannung.

Wegener ist sich des problematischen Charakters seiner physikalischen Beweisführung wohl bewußt, will aber, mit Rücksicht darauf, daß die Beobachtungstatsachen die Anerkennung der Verschiebungshypothese fordern und im Hinblick auf die Möglichkeit einer zukünftigen besseren Begründung der Hypothese, ihr den wissenschaftlichen Wert nicht absprechen lassen. Solange

[1]) Vgl. auch Prof. E. Hennigs gründliche Kritik der Wegenerschen Hypothese in dem Aufsatze „Neue Ansichten vom Entstehen des Erdbildes", Naturw. Wochenschr. 1921, Heft 48.

[2]) Über die Polflucht der Kontinente. Naturwissenschaften, 1921, Heft 25, S. 499.

ihr das theoretische Fundament fehlt, wird ihr jedoch nicht leicht jemand vor der Kontraktionshypothese, die diesen Mangel nicht besitzt, den Vorzug geben, vorausgesetzt, daß auch sie die Beobachtungstatsachen gut zu erklären vermag, was, wie wir noch zeigen werden, zutrifft.

Ähnlich wie mit der Wegenerschen Erklärung steht es mit einer andern, von geologischer Seite vertretenen Ansicht, nach welcher an den Stellen der Erde, wo eine Faltung eintrat, diese durch lokale Verhältnisse in den die gefalteten Schichten unterlagernden Massen verursacht wurde. Wenn man versucht, diese Hypothese in ihren Einzelheiten zu durchdenken, so erkennt man bald ihre Unzulänglichkeit. Denn man mag ungleiche Zusammensetzung des Erdkörpers nicht nur in senkrechter, sondern auch in wagerechter Richtung, ungleiche Dichten und Temperaturen in den einzelnen Gebieten, lokale Kristallisationsvorgänge, oder was man sonst will, annehmen, so wird im Grunde damit nur wenig erreicht. Um z. B. eine Zusammenschiebung der Alpen bis auf die Hälfte oder gar ein Viertel ihrer ursprünglichen Breitenerstreckung zu erklären, müßte man einen förmlichen Schwund der in der Tiefe lagernden Massen annehmen. Es ist aber keine Möglichkeit vorhanden, eine solche Annahme physikalisch zu rechtfertigen. Ein vielleicht durch geringere Dichte bewirktes ursprüngliches Massendefizit würde übrigens schon vor dem Einsetzen der Faltung durch eine Verschiebung der nach Druckgleichgewicht strebenden benachbarten Massen und Emporpressung jener weniger dichten Massen über die Erdoberfläche ausgeglichen werden; es würde also zu gar keiner Faltung, sondern zu einer Zerreißung der oberflächlichen Schichten kommen.

Es soll nicht bestritten werden, daß lokale Verhältnisse auf die Faltungsvorgänge einen mitbestimmenden Einfluß haben. Die Festigkeit der Erdkruste ist nicht überall dieselbe. Große, schollenartige Gebiete haben fast während der ganzen geologischen Vergangenheit nur geringfügige Änderungen erlitten, während andere zwischen den Schollen gürtelartig sich erstreckende Zonen immer von neuem wieder gefaltet worden sind. Bei den Faltungen wird das Schweregleichgewicht der Faltungszonen gestört. Gestörtes Gleichgewicht aber strebt einem Ausgleich zu, und infolge davon treten sekundäre Bewegungen (größere oder kleinere, durch örtliche Massendefizite oder Massenüberschüsse oder durch Sedimentation von Geosynklinalen verursachte Hebungen und Senkungen) ein, deren Zeitdauer um so länger ist, je höher der Grad der Zähflüssigkeit der magmatischen Unterlage und je weiter der Ausgleich bereits vorgeschritten ist. Es muß jedoch mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß es nicht statthaft ist, in diesen Bewegungen, die nur als Folgeerscheinung eines Faltungsvorgangs zu betrachten sind, umgekehrt die Ursache desselben zu sehen. Den Faltungszonen kommt, worauf besonders auch F. Koßmat aufmerksam macht,[1]) keine aktive, sondern nur eine passive Bedeutung zu. Sie sind nicht selbst der Sitz einer bewegenden Kraft, sondern nur der Schauplatz ihrer Wirksamkeit. Ein Bewegungsvorgang, der in sich abgeschlossen ist, der keine neuen Anstöße von außen empfängt, muß allmählich abklingen und asymptotisch einem Ruhezustande zustreben. Versucht man bei den Faltungen ohne eine äußere Kraft auszukommen, so ist gar nicht einzusehen, warum die tektonischen Bewegungen in der Erdkruste nicht längst zum Stillstand gekommen, warum Perioden großartiger Faltungserscheinungen solchen verhältnismäßiger Ruhe immer wieder gefolgt sind. Es geht auch nicht an, diese äußere Kraft in gewissen kosmischen Faktoren, z. B. in der Anziehung durch Sonne und Mond, oder ähnlich wie Wegener in der Rotationsbewegung der Erde zu suchen. Denn die Gezeitenkräfte des Mondes und der Sonne und die zentrifugalen Kräfte der Erdrotation sind viel zu schwach, um die erforderliche Wirkung zu erzielen. Die Schwierigkeiten, zu denen die Kontraktionshypothese führen soll, erscheinen bei dieser Erklärung vervielfacht; auch würde die Anerkennung ihrer unbestimmten, allgemein gehaltenen Voraussetzungen nur als ein verhülltes Eingeständnis des ignoramus zu bewerten sein.

Die Kontraktionshypothese.

Nach dem im vorigen Abschnitte Gesagten steht der problematische Charakter der Hypothesen, die man an die Stelle der Kontraktionshypothese gesetzt hat, fest. Erscheinen diese Hypothesen in einem zweifelhaften Lichte, so gewinnt ihnen gegenüber die Kontraktionshypothese jedoch von selbst wieder an Bedeutung. Verdient sie es wirklich, zum alten Eisen geworfen zu werden, oder braucht man sie vielleicht nur von altem Roste zu säubern, damit sie heller erstrahlt, als je zuvor? Treffen die Einwendungen, die man gegen sie erhoben hat, wirklich ihren eigentlichen Kern? Wäre es nicht denkbar, daß die Erklärung richtig, aber wegen unvollkommener Einsicht in die tatsächlichen Verhältnisse nicht ganz richtig dargestellt worden ist? Könnte sie den neuen Beobachtungsergebnissen nicht angepaßt werden, oder besser, sind erst diese vielleicht geeignet, der Erklärung das richtige Kleid zu verleihen, während das frühere gar nicht das ihr angemessene war? Indem wir die gegen sie erhobenen Einwände einzeln durchgehen, werden wir nachher zeigen, daß es sich tatsächlich so verhält. Vorher aber sind wir in der Lage, durch eine Betrachtung allgemeiner Art gleichsam einen indirekten Beweis für ihre Richtigkeit zu liefern.

[1]) Die mediterranen Kettengebirge und ihre Beziehung zum Gleichgewichtszustand der Erdrinde. Abh. d. math.-phys. Kl. d. sächs. Akad. d. Wiss., Bd. 38, 1921, Nr. 2.

Wegener behauptet, es sei eine unbewiesene Annahme, daß die Erde zusammenschrumpfen müsse, weil sie sich abkühle. Es stehe keineswegs fest, daß sie Wärme abgebe; es sei sogar möglich, daß sie sich, z. B. infolge Radiumzerfalls in ihrem Inneren, erhitze. Um über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen, ist eine kurze kosmogonische Auseinandersetzung erforderlich.

Niemand wird behaupten, daß die Erde von Ewigkeit her bestanden habe. Sie hat, wie alle Weltkörper, ihre Entstehungsgeschichte. Der Urzustand der Erde läßt sich in zweifacher Weise denken. Den einen Zustand beobachten wir bei den Sternen, die nach den neueren astronomischen Forschungsergebnissen ihre Entwicklung als hellstrahlende Riesensterne beginnen und allmählich, durch Wärmeausstrahlung ihr Volumen verkleinernd, in den Zustand der Zwergsterne übergehen, um dann zu erlöschen. Wenn die Entwicklung der Erde mit der der Sterne gleichartig, wenn sie ursprünglich ein gewaltiger Gasball war, so mußte sie, wie die Sterne, ihr Volumen verkleinern und allmählich aus dem gasförmigen in den dichteren flüssigen und festen Zustand übergehen. In diesem Falle würde die Kontraktionshypothese zu recht bestehen. Eine andere Beobachtung weist auf einen anderen Entwicklungsweg. Täglich fallen Sternschnuppen- und Meteoritenkörperchen, gelegentlich in großer Zahl, auf die Erde und vermehren ihre Masse. Es wäre denkbar, daß die Erde ihre ganze Masse allmählich aus Meteoriten aufgebaut habe. In diesem Falle würde sie von Anfang an ein konglomeratartiger, fester, und verhältnismäßig kalter Körper gewesen sein, der sich nicht mehr merklich zusammenziehen konnte, für den also die Annahme Wegeners, daß er vielleicht sogar seine Temperatur erhöhe, zuträfe. Aus zahlreichen Gründen, z. T. rein analytisch-mechanischen, z. T. physikalischen Charakters, deren Erörterung hier zu weit führen würde, folgt aber unwidersprechlich, daß diese zweite Entwicklungsmöglichkeit für die Erde nicht in Frage kommt, daß die sog. Meteoritenhypothese, nach welcher sie sich aus einem die Sonne umkreisenden Meteorringe allmählich gebildet hätte, unrichtig ist.[1]) Dann bleibt nur die erste Möglichkeit übrig, und damit ist die Richtigkeit der Kontraktionshypothese zunächst theoretisch erwiesen.

Wir kommen nunmehr zu den Einwänden, die man gegen die Kontraktionshypothese erhoben hat. Von keinem Forscher ist sie ernstlicher und gründlicher angegriffen worden, als von Wegener.[2]) Bei der Erörterung können wir uns daher auf seine Argumente beschränken; doch werden wir sie noch etwas schärfer präzisieren, als es von ihm geschieht.

[1]) Vgl. des Verf.s „Problem der Entwicklung unseres Planetensystems", eine kritische Studie. 2. Aufl., Julius Springer, 1919.

[2]) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 2. Aufl., Fr. Vieweg, 1920, S. 1 ff.

1. „Nach der Kontraktionshypothese sind die Kontinente der einzelnen geologischen Epochen beim „Zusammenbruch des Erdballs" stehengebliebene, die Ozeane abgesunkene Schollen, die bei fortschreitender Kontraktion ihre Rolle auch miteinander vertauschen können. Aus den neueren geologischen Forschungen ergibt sich aber, daß die meisten Sedimente Flachseebildungen sind, daß die Kontinente also bereits seit den ältesten Zeiten bestanden und nur ihre Randgebiete gelegentliche Senkungen und Hebungen erfahren haben."

Wenn die neueren Forschungen zeigen, daß die frühere Annahme, nach welcher beim „Zusammenbruch des Erdballs" die Kontinente teilweise oder ganz zu beträchtlichen Meerestiefen absinken konnten, unrichtig sei, so steht der Anerkennung dieser Tatsache von seiten der Kontraktionshypothese nichts im Wege. Man hat sich nur von der Vorstellung, daß die Erde als Ganzes zusammenbreche, freizumachen, und den Zusammenbruch auf die äußerste feste Rinde zu beschränken, dann fällt jeder Widerspruch fort.

2. „Nach den Lehren der Isostasie herrscht bei den die oberen Erdschichten bildenden Massen Druckgleichgewicht. Die Schrumpfungshypothese führt jedoch das Aufsteigen und Niedersinken der Kontinente auf den in mehr oder weniger schiefer Richtung wirkenden Gewölbedruck zurück. Dieser Gewölbedruck läßt die Entstehung eines Druckgleichgewichts nicht zu."

Die Dicke der Kontinentalschollen wird zu 100 bis 120 km geschätzt. Nun zeigt z. B. die Alpenfaltung, daß nur die oberen Schichten in einer Dicke von ungefähr 10 km von der Faltung ergriffen worden sind. Die tieferen Schichten der Schollen nehmen bei ihrer höheren Temperatur unter der Einwirkung des Gewichtes der über ihnen lagernden Massen und der Einwirkung des seitlichen Druckes, der die oberen Schichten in Falten legt, plastische Eigenschaften an. Sie werden nicht gefaltet, sondern weichen nach unten aus und verdicken die Kontinentaltafel unter und seitlich von den Faltengebirgen. Der Gewölbedruck beschränkt sich hiernach, soweit überhaupt von ihm die Rede sein kann, auf das obere Zehntel der Kontinentalschollen; er kann daher das Druckgleichgewicht der ganzen Schollen nur in unbedeutender Weise modifizieren. Vielleicht bildet er aber doch die Veranlassung, daß gelegentlich eine geringe Senkung oder Hebung der Schollen und infolge davon eine wechselnde Überflutung und Trockenlegung ihrer Randgebiete erfolgt, was, wenn genaues Druckgleichgewicht bestünde, nicht stattfinden könnte. Die Schrumpfungshypothese wird hiernach den Tatsachen besser gerecht als die Wegenersche Hypothese, die keinen Gewölbedruck kennt.

3. „Durch Glättung der Gebirgsfalten ergibt sich nach der Kontraktionshypothese der Betrag der Schrumpfung der Erdkugel seit der Entstehung der gefalteten Gebirge. Nun ist allein die ter-

tiäre Faltung so beträchtlich, daß eine Verminderung des Erdumfangs um 3 % eingetreten sein müßte um sie hervorzurufen. Eine einfache Rechnung zeigt dann aber, daß allein um die tertiäre Faltung zu erzielen, eine Temperaturerniedrigung der Erde um 2000 bis 3000°, und seit den ältesten Zeiten eine solche von ganz unwahrscheinlich hohem Betrage eingetreten sein müßte."

Der Betrag der Schrumpfung des Erdkörpers ergibt sich nicht rechnungsmäßig allein aus der erfolgten Temperaturerniedrigung. Wenn nur diese in Frage käme, so würde allerdings das aus der Glättung der Falten resultierende Erdvolumen für die frühesten geologischen Epochen die Annahme einer unwahrscheinlich hohen Temperatur des Erdkörpers erfordern. Allein für die Schrumpfung kommt noch ein anderer Umstand in Betracht. Der Übergang aus dem flüssigen in den festen Zustand ist bei fast allen Stoffen mit einer nicht unbeträchtlichen Volumverkleinerung verbunden. Beachtet man, daß die Erdmasse zur Zeit der ersten Krustenbildung und ohne Zweifel noch längere Zeit danach größtenteils flüssigen Charakter besaß, daß aber bei der Abkühlung ihre Zähigkeit allmählich wuchs, und daß sie jetzt, nach Untersuchungen von W. Schweydar u. a., sogar als fester Körper betrachtet werden kann, so wird es verständlich, daß der Betrag ihrer Schrumpfung nicht nur durch die eingetretene Temperaturerniedrigung, sondern außerdem durch den Volumverlust, den die Änderung des Aggregatzustandes mit sich bringt, bestimmt wurde. Auch die Entgasung des Magmas konnte zu einer Volumverkleinerung desselben führen.

4. „Legen sich die oberflächlichen Erdschichten infolge Schrumpfung des Erdinnern in Falten, so ist zu erwarten, daß diese Faltung, wie bei einem austrocknenden Apfel, überall ziemlich gleichmäßig erfolgt. Die tertiäre Faltung hat aber nur auf zwei größten Kreisen der Erde stattgefunden."

Dieser Einwand ist der einzige, der einige Scheinbarkeit besitzt. Die Schlußfolgerung ist auch ohne Zweifel richtig, solange die das heiße Innere einhüllende Decke noch dünn ist und den tangentialen Schubkräften gegenüber keine genügende Festigkeit besitzt. In der Tat sehen wir, daß die in frühen geologischen Zeitaltern gebildeten Sedimente stark gefaltet und gefältelt sind; die devonischen Schiefer z. B. zeigen schon auf kleinstem Raum, auf Strecken von einigen Metern, Falten und Doppelfalten. Die Verhältnisse ändern sich aber, wenn die Schollen dicker werden. Zunächst ist zu beachten, daß schon eine verschwindend kleine Kraft ausreicht, um eine Kontinentalscholle, die an ihrer Unterseite keinen Reibungswiderstand zu überwinden und auf ihrer Vorderseite keine Massen aus dem Wege zu räumen hat, in Bewegung zu setzen; denn ihre Verschiebung erfolgt auf einer Niveaufläche. Nun ist die Kraft, welche zur Überwindung der wirklich vorhandenen Reibung an der Unterseite der Scholle erforderlich ist, verhältnismäßig gering. Nach der schon einmal herangezogenen Rechnung Epsteins genügt ein Druck von wenigen Atmosphären auf dem Quadratzentimeter, um diese Wirkung zu erzielen. Um die Scholle an einer Stelle aufzuwölben und zu falten, ist aber eine sehr große Kraft erforderlich. Wir müssen Klarheit darüber zu gewinnen suchen, ob die Scholle genügende Festigkeit besitzt, um einen seitlichen Druck von großer Stärke über tausende von Kilometern weiterzuleiten.

100 km Schollendicke stehen zu 10000 km Schollendurchmesser im Verhältnis 1 : 100. Man wähle quadratische Platten aus verschiedenem Material, Eis, Wachs, Metallen, Gesteinen, von 1 m Kantenlänge und 1 cm Dicke, die in verkleinertem Maßstabe der angenommenen Kontinentaltafel entsprechen würden, übe auf ihrer schmalen Rückseite einen Druck aus und stelle experimentell fest, wie groß die Stirnwiderstände sind, welche diese Platten, ohne zu zerbrechen oder sich zu verbiegen, zu überwinden vermögen. Diese Widerstände sind erstaunlich, selbst bei der aus plastischem Material bestehenden und daher den Erdschollen einigermaßen ähnelnden Wachstafel. Man würde sogar die bei der Gebirgsbildung sich abspielenden Vorgänge im kleinen nachahmen können, wenn man die Wachstafel mit einer dünnen Metallschicht, z. B. Zinnfolie, überziehen und die Widerstand leistende Masse ein wenig erwärmen würde, so daß die Tafel an ihrer Vorderseite etwas von ihrer Festigkeit verlieren und sich zusammenschieben würde. Jedenfalls liegt kein Grund vor, zu bestreiten, daß 100 km dicke, fast reibungslos sich verschiebende Erdschollen in ihrer Längsrichtung, ohne sich aufzuwölben, auf Strecken von 10000 km und mehr ganz gewaltige Drucke fortzuleiten vermögen. Wenn der Druck eine gewisse Größe erreicht hat, so wird das Material der Scholle an einer besonders schwachen Stelle plastisch werden und ausweichen; die darüberliegenden oberflächlichen Schichten aber müssen sich in Falten legen. Hat der Ausgleich eingesetzt, so erniedrigt sich die Spannung allmählich bis zu einem gewissen Minimum. In diesem Minimum kann sie längere Zeit beharren, ohne daß die Schollenbewegung und der Faltungsvorgang zum Stillstand zu kommen braucht. Wenn z. B. eine Änderung des Aggregatzustandes gewisser Massen des Erdinnern die Hauptursache der entstandenen Spannung war, so könnte angenommen werden, daß diese Änderung nicht überall gleichzeitig erfolgt, sondern sich von der Stelle, wo der erste Spannungsausgleich stattfand, durch die benachbarten Gebiete, wo die Massen, gewissermaßen im Zustande der Unterkühlung, erst den Zeitpunkt abwarten müssen, der ihnen gestattet, ebenfalls in den erstrebten neuen Zustand überzugehen, langsam fortsetzt. Ist dieser Zustand bei allen Massen, die ihm zustreben, erreicht, so hat die Faltungsperiode ihren Abschluß gefunden, und es schließt sich ihr eine

kürzere oder längere Zeit dauernde Periode der Ruhe und des Gleichgewichts an. Wenn aber die Spannung allmählich wieder zunimmt und einen neuen Ausgleich sucht, so ist es leicht möglich, daß er wieder an derselben Stelle wie vorher eintritt, da hier das innere Gefüge der Schollendecke nicht so fest ist wie an den anderen von den früheren Faltungsvorgängen nicht berührten Stellen.

Wir waren soeben in der Lage zu erklären, warum Perioden großartiger Faltungen der Erdoberfläche mit längeren Ruheperioden abgewechselt haben. Die Spannung in den oberflächlichen Schichten muß erst eine gewisse Größe erreichen, bis der Ausgleich erfolgt. Ist dieser aber eingetreten, so dauert es längere Zeit, bis die Druckspannung wieder einen Wert erlangt, der eine neue Faltung einzuleiten vermag. In diesem Punkte zeigt sich die Kontraktionshypothese der Wegenerschen Hypothese beträchtlich überlegen. Nach Wegener läßt sich nicht erklären, daß die Kräfte der Gebirgsbildung nur in gewissen geologischen Perioden wirksam waren. Denn nach ihm sind es beständig wirkende Kräfte, welche die Erdteile verschieben, und diese Kräfte vergrößern sich nicht, wenn sie sich noch nicht in erkennbarer Weise zu äußern vermögen. Sie summieren sich nicht wie die Druckspannungen bei fortschreitender Abkühlung, sondern behalten stets einen konstanten Wert.[1]) Wenn die Erde nach Wegener ursprünglich möglicherweise kälter war als jetzt, so fällt es ihm außerdem schwer, für die erste Entstehung der Kontinentalschollen eine Erklärung anzugeben, während die Beantwortung dieser Frage der Kontraktionshypothese keine großen Schwierigkeiten macht. Er begnügt sich mit der Behauptung, daß die ursprünglich die ganze Erde in gleichmäßig dicker Schicht umgebenden Sialmassen sich zusammengeschoben hätten, bleibt aber die physikalische Interpretation dieses Vorgangs schuldig (a. a. O. S. 58). Die Schilderung des Faltungsvorganges, die Wegener geliefert hat (a. a. O. S. 31—33), ist einleuchtend und schön. Sie läßt sich ohne weiteres auf die Kontraktionshypothese übertragen, und wir brauchen sie weder zu verbessern noch zu ergänzen. Ja sie wird eigentlich erst ganz verständlich, wenn man immer die gewaltigen Druckkräfte, welche die Zusammenziehung der Erde auslöst, vor Augen hat, während man bei Zugrundelegung der Wegenerschen Annahmen fast bei jeder Zeile die Inkongruenz zwischen den vorausgesetzten geringfügigen Ursachen und den gewaltigen Wirkungen fühlt.

Daß es wirklich die Volumverminderung des Erdinnern war, was z. B. die großen tertiären Faltengebirge schuf, geht aus der Tatsache hervor, daß zwei Hauptfaltungen in ungefähr aufeinander senkrechten Richtungen, die eine in nordsüdlicher (Kordilleren), die andere in westöstlicher Richtung (Alpen, Kaukasus, Himalaya) erfolgte. Denn die entstehende Spannung war eine allseitige und natürlicherweise bestrebt, in zwei aufeinander senkrechten Richtungen einen Ausgleich zu suchen. Bei der Verschiebung blieben auch die übrigen Gebiete der Kontinentaltafeln von dem großen seitlichen Druck nicht ganz unbeeinflußt. Stellenweise trat eine Stauchung und Aufwölbung der Schollen ein. Daß auch noch gegenwärtig ein Spannungszustand in der Erdkruste vorliegt, zeigen die Erdbeben und die Hebungen und Senkungen gewisser Küstengebiete.

Wir glauben durch unsere Ausführungen gezeigt zu haben, daß die Kontraktionshypothese, weit entfernt davon, sich als unzulänglich zu erweisen, im Gegenteil die einzige Möglichkeit bietet, die Züge im Antlitz der Erde verständlich zu machen. Die Kontraktion ist nicht, wie Wegener will, ein bedeutungsloser Faktor, oder, wie andere Geologen annehmen, nur eine mitwirkende, sekundäre, sondern die ausschlaggebende, primäre Ursache bei der tektonischen Umgestaltung der Erdoberfläche. Zwar wirken viele Faktoren zusammen, um die Einzelheiten eines Faltungsvorganges zu bestimmen. Aber die Kraft, welche die Großschollen der Erdrinde in einen Spannungszustand versetzt, sie gegeneinander preßt und die weniger widerstandsfähigen Massen ihrer Randzonen verschiebt, auftürmt und faltet, ist der tangentiale Druck, der in der starren Rinde zu immer größeren Werten anwächst, wenn die Massen des Erdinnern durch Wärmeverlust, Änderung ihres Aggregatzustandes oder Entgasung ihr Volumen verkleinern. Zuzugeben ist, daß diese Massendislokationen in der Erdrinde Störungen des Schwergleichgewichts hervorrufen und dadurch zu neuen, einem Ausgleich zustrebenden, sekundären Massenverschiebungen Anlaß geben; doch können sich Umfang und Ausmaß derselben im allgemeinen mit den unmittelbar durch die Kontraktion bewirkten nicht messen.

[1]) Die Angabe W. Köppens („Ursachen und Wirkungen der Kontinentenverschiebungen und Polwanderungen", Pet. Mitt. 1921, Juli-Augustheft), daß die die Polflucht bewirkenden Kräfte mit der Zeit zu beliebig großen Werten anwachsen, ist unrichtig. Sie sind von der Zeit ganz unabhängig, ebenso wie z. B. der Gewichtsdruck eines auf einer Tischplatte ruhenden Gegenstandes, der sich gleich bleibt, einerlei ob der Körper eine Minute oder ein Jahrhundert auf der Platte liegt. Im Gegensatze hierzu nimmt die Druckspannung in der Erdrinde mit der Zeit zu, da die Wärmeausstrahlung und die durch sie bewirkte Volumverminderung ununterbrochen fortdauern.

Der Darmkanal des Maikäfers.

(Aus dem Zoolog. Institut der Technischen Hochschule in Stuttgart.)

Von **Christian Schweizer.**

[Nachdruck verboten.]

Mit 4 Textabbildungen.

In der Ordnung der Käfer kommen sehr mannigfaltige Ernährungsweisen vor, und dementsprechend ist auch der Darmkanal verschiedenartig ausgebildet. Man könnte soweit gehen, jeder Art von Nahrung einen bestimmten Darmkanal zuzuschreiben, der sich schon bei äußerlicher Betrachtung von einem Darmtraktus mit anderer Nahrung deutlich unterscheidet. Eine solche Betrachtung hat Gorka (1901) angestellt, indem er für die Käfer sechs Ernährungstypen und dementsprechend sechs Darmtypen aufstellte. Diese Betrachtung muß aber mit Vorsicht angewandt werden. Selbstverständlich ist jeder Darmkanal seiner Nahrung angepaßt, allein die Art und Weise dieser Anpassung ist sehr verschieden, und sie kann eine versteckte bleiben, d. h. äußerlich nicht zu erkennen sein. In einigen Familien gibt es Käfer mit verschiedener Nahrung, und sie weisen doch einen ähnlich gebauten Darmkanal auf, so daß man aus der Betrachung desselben nicht auf die Art der Nahrung schließen kann; dasselbe gilt vergleichsweise auch für die Orthopteren, welche teils Pflanzenfresser (z. B. Locusta), teils Fleischfresser (z. B. Mantis), teils Allesfresser (z. B. Blatta) sind, und doch im Darmkanal eine weitgehende Übereinstimmung zeigen.

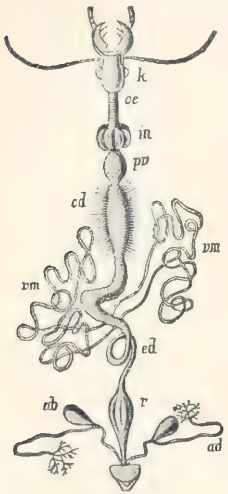


Abb. 1. Darmkanal des Goldlaufkäfers, Carabus auratus (nach Dufour).
k Kopf mit den Oberkiefern und den Fühlern, oe Schlund, in Kropf, pv Kaumagen, cd Mitteldarm, vm Vasa Malpighii, ed Dünndarm, r Mastdarm, ad Analdrüsen mit Sekretblasen (ab).

Die Käfer sind mit den Orthopteren verwandt und waren im Darmkanal ursprünglich ihnen ähnlich, aber manche Käfer haben sich weit von dieser Grundform entfernt.

Bekanntlich teilt man den Darmkanal der Käfer in 3 Abschnitte ein: Vorder-, Mittel- und Enddarm. Interessant ist zunächst das Verhalten des Vorderdarms, welcher verschiedene Stufen der Rückbildung oder Vereinfachung zeigt. Ausgangspunkt ist ein hochentwickelter, in Schlund (Ösophagus), Kropf und Kaumagen gesonderter Vorderdarm, der sich an denjenigen der Orthopteren anlehnt (Abb. 1). Er kommt vor bei den Adephagen (Raubkäfern) und Rhynchophoren (Rüssel- und Borkenkäfern). Manche Käfer haben einen einfachen, nicht gegliederten Vorderdarm, wie z. B. der Maikäfer (s. Abb. 2). Der Endpunkt der Reduktionsreihe ist ein vollständig „geschwundener" Vorderdarm (bei Histeriden, Stutzkäfern).

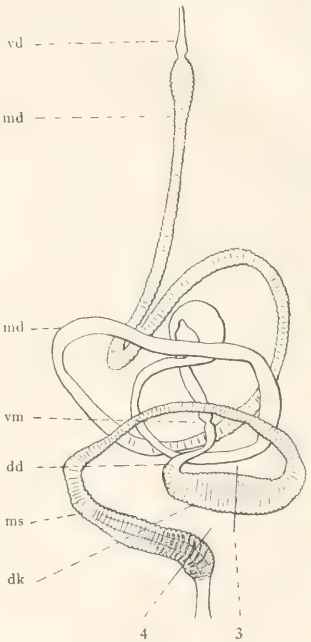


Abb. 2. Darmkanal des Maikäfers.
vd Vorderdarm, md Mitteldarm, vm Stelle der Einmündung der Vasa Malpighii, dd Dünndarm, dk Dickdarm, ms Mastdarm. 3 Ebene des Schnittes Abb. 3; 4 Ebene des Schnittes Abb. 4.

Der Mitteldarm der Käfer ist ebenfalls sehr mannigfaltig gestaltet. Im wesentlichen kommen folgende Formen vor. Erstens ein kurzer, großenteils mit Blindschläuchen besetzter Mitteldarm, wie bei den Raubkäfern (Abb. 1), Wasserkäfern und Aaskäfern, zweitens ein breiter, nicht langer Mitteldarm (z. B. bei Meloe), ohne Ausstülpungen, drittens ein längerer Mitteldarm, etwa zweimal so lang als das Abdomen, vorne breit, hinten schmal, wie z. B. bei einzelnen Rüsselkäfern, viertens ein schmaler und langer Mitteldarm wie beim Maikäfer (Abb. 2).

Der Enddarm schließlich kann in verschiedener Weise bei den Käfern ausgebildet sein. Er besteht meistens aus Dünndarm und Mastdarm (Abb. 1). Aber bei den Scarabaeiden in der Unterfamilie der Melolonthinen kommt auch der Dickdarm vor, ein Organ, das in der Insektenklasse nur eine beschränkte Verbreitung besitzt. Bei der verwandten Unterfamilie der Coprophaginen (Geotrupes) ist dieser Darmabschnitt nicht ausgebildet, ebenso bei allen übrigen Käfern. Die Entstehung dieses Organs kann als eine Neubildung innerhalb der Familie der Scarabaeiden aufgefaßt werden. Es wäre allerdings auch möglich, den Dickdarm dieser Gruppe von dem der Orthopteren (etwa von Periplaneta) abzuleiten, so daß er bei den Coprophaginen als reduziert anzusehen wäre.

Nach dieser Übersicht über die Käfer komme ich nun zu dem Darmkanal des Maikäfers. Der Vorderdarm kann als vereinfacht und reduziert angesehen werden. Er ist sehr kurz und endet schon im Anfang des ersten Brustsegmentes (s. Abb. 2). Er hat eine birnförmige Gestalt und ist bei seinem Übergang in den Mitteldarm verengt, weshalb man von einer „abgesetzten Speiseröhre" spricht.

Der auf den Vorderdarm folgende Mitteldarm ist sehr lang, worin man eine Anpassung an die Blätternahrung sehen darf. Er geht durch die Brust und einen Teil des Hinterleibs, wendet sich oralwärts und zieht in einem großen nach hinten gerichteten Bogen von der einen Seite zur anderen, verläuft dann direkt unter der Rückendecke quer über das Abdomen und bildet, ventralwärts absteigend, einen zweiten nach hinten gerichteten Bogen. Nun folgt eine Schleife, dann geht der Mitteldarm wieder analwärts bis zum Beginn des Enddarms (Abb. 2 bei vm). Der Mitteldarm ist fast durchweg gleich eng, mit Ausnahme seines ersten Teils, der etwas breiter ist, eine Erscheinung, die bei anderen Käfern (z. B. Lamia und Curculio) deutlicher entwickelt ist. Die sonstigen breiteren Stellen sind durch gestaute Nahrungsmassen verursacht. Eine ziemliche Strecke weit besitzt der Mitteldarm schmale Querwülste, die nach hinten hin allmählich immer undeutlicher werden (Abb. 2).

Der dritte und letzte Abschnitt, der Enddarm, beginnt nach Einmündung der vier Malpighischen Gefäße (Vasa Malpighii) und zerfällt in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm. Der kurze Dünndarm geht ohne scharfe Grenze in den Dickdarm über, der quer durch das Abdomen zieht. Der dünnere Mastdarm beschreibt einen großen nach vorne gerichteten Bogen und ist gegen das Ende keulenförmig verdickt (Abb. 2). Er erscheint durch die Ringmuskeln geringelt. An dem keulenförmigen Teile erkennt man, daß der einheitliche Ringmuskelmantel auf dem Querschnitt aus sechs Abschnitten besteht (vgl. Abb. 4). — Auf den keulenförmigen Teil des Mastdarms folgt noch ein kurzer schmälerer Endabschnitt (Abb. 2).

Die Topographie des Darmkanals habe ich bei verschiedenen untersuchten Exemplaren im Prinzip konstant für beide Geschlechter gefunden. Beim Männchen bewirkt der mächtige Penis eine Verschiebung der Darmschlingen nach rechts. — Auch der Verlauf des Darmkanals beim Junikäfer und beim Roßkäfer läßt sich auf den des Maikäfers zurückführen, so daß in dieser Familie die Topographie des Darmkanals ein charakteristisches Merkmal ist.

Ich muß nun noch auf die histologische Beschaffenheit des Maikäferdarms eingehen.

Bei dem Vorderdarm sind die einzelligen Speicheldrüsen beachtenswert. Sirodot (1858) hat dieselben bereits genau beschrieben. Es sind dies langgezogene Zellen, die außerhalb des eigentlichen Epithels liegen; ein schlauchförmiger Gang verbindet den sezernierenden Teil der Zelle mit dem Ösophaguslumen. Mingazzini hat gezeigt, daß die Speicheldrüsenzellen genetisch zum Ösophagusepithel gehören. — Sonst ist der Vorderdarm sehr einfach gebaut. Er zeigt von außen nach innen Längs- und Ringmuskulatur, Basalmembran, undeutliches Epithel, welches schwache, unregelmäßige Längsfalten aufweist und eine Chitinintima. Der Vorderdarm ist in den Anfang des Mitteldarms eingesenkt. Das Lumen wird hierbei sehr eng und kann sowohl durch eine Ring- als auch durch die starke Längsmuskulatur geschlossen werden. Das plötzliche Anschwellen der Längsmuskulatur an dem eingesenkten Vorderdarm habe ich auch bei Geotrupes gefunden. Ein Verschluß des Vorderdarms gegen den Mitteldarm kommt dort ausschließlich durch Kontraktion der Längsmuskeln zustande. Solches Verhalten der Muskulatur darf als eine Besonderheit der Lamellicornier gelten.

Ebenfalls einfach ist der Mitteldarm des Maikäfers gebaut. Seine Histologie ist an allen Stellen die gleiche; es gibt von außen nach innen eine schwache Muskulatur (Längs- und Ringmuskulatur), eine Basalmembran und ein Epithel, welches im ruhenden Zustand einen Stäbchensaum besitzt, dessen Bedeutung nicht ganz geklärt ist. — Bei genauerem Zusehen bemerkt man an der Basis des Epithels kleine Ausstülpungen. Sie stehen mit dem übrigen Epithel in Verbindung, buchten die Basalmembran etwas aus, treten aber nicht durch den Muskelmantel hindurch. Diese Blindschläuche enthalten in ihrem Fundus die sogenannten Regenerationszellen, d. h. Zellen, die ihren embryonalen Charakter bewahrt haben und damit die Fähigkeit der mitotischen Teilung. Die hier entstehenden Zellen differenzieren sich zu Epithelzellen und treten an Stelle von funktionierenden Epithelzellen, welche durch ihre sezernierende Tätigkeit dem Untergang verfallen. Diese Regenerationsherde kommen bei allen Käfern vor und liegen bei den Raubkäfern (z. B. Carabus) in den Enden der zahlreichen Blindschläuche, welche durch die Muskelschichten nach außen treten und dem ersten Teil des Mitteldarms ein bürstenartiges Aussehen geben (Abb. 1).

Der letzte Abschnitt des Darmkanals, der Enddarm, ist beim Maikäfer ziemlich hoch entwickelt

und deutlich in Dünndarm, Dickdarm und Mastdarm gegliedert. Am Übergang des Mitteldarms in den Enddarm erblickt man auf Schnitten zwei zum Enddarm gehörende Lappen, welche in den Dünndarm hineinragen. Ihr Epithel unterscheidet sich nicht wesentlich von dem des darauffolgenden Abschnittes. Wir haben es hier wieder mit einer Besonderheit zu tun, denn bei vielen Käfern ist der Übergang des Mitteldarms in den Enddarm durch den sogenannten „hinteren Imaginalring" gebildet. Das Epithel dieses Ringes ist hoch, deutlich von dem übrigen Epithel unterscheidbar und meist in vier Lappen aufgespalten (z. B. Geotrupes), in sechs (z. B. bei Carabus) oder in ein Multiplum von sechs (z. B. Dytiscus). Die Zellen des Imaginalringes müssen in der Metamorphose die nötigen Elemente zur Vergrößerung des Enddarms liefern, sie sind also auch embryonale Zellen. Der Imaginalring erhält sich bis ins Imago-Leben, trotzdem er eigentlich keine Bedeutung mehr besitzt, während als Verschlußapparat meist der darauf folgende „Pylorus" gilt, ein durch starke Muskulatur ausgezeichnetes Organ, das beim Maikäfer auch vorhanden, aber vom Dünndarm nicht deutlich zu unterscheiden ist.

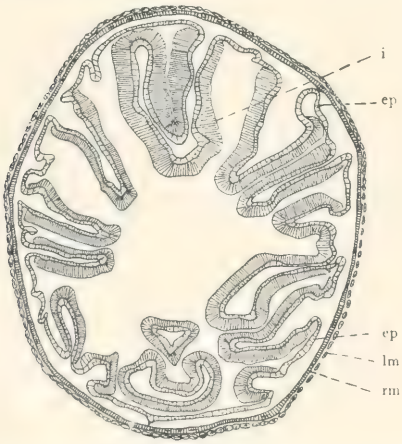


Abb. 3. Querschnitt durch den Dickdarm des Maikäfers. i Chitinschicht (Intima), ep Epithel, lm Längsmuskeln, rm Ringmuskeln.

Der Dünndarm ist allgemein bei den Lamellicorniern sehr kurz. Das Längenverhältnis des Dünndarms zum übrigen Enddarm ist hier ein gerade umgekehrtes wie bei den meisten anderen Käfern. Beim Maikäfer bildet das Epithel des Dünndarms zahlreiche unregelmäßige Falten. Dies ist insofern ein abweichendes Verhalten, als der Dünndarm bei anderen Käfern im allgemeinen sechs deutliche Längsfalten besitzt.

Ein Teil des Enddarms hat sich beim Maikäfer in den Dickdarm umgewandelt, ein ziemlich voluminöses Organ, dessen Epithel eine große Anzahl mächtiger Falten aufweist (Abb. 3). Das Epithel dieser Zotten trägt eine dicke, fein senkrecht gestreifte Chitinschicht (Intima, i), während das übrige Epithel nur eine schwache ungestreifte Chitinschicht hat. Die Muskulatur ist sehr schwach. Wahrscheinlich ist dieses Organ absorbierend tätig; ein stenger Nachweis fehlt jedoch, da Steudel verfütterte Präparate nur in der Chitinschicht, nicht aber in den Zellen selbst hat nachweisen können.

An den Dickdarm schließt sich der Mastdarm (das Rektum) an. Er ist ziemlich lang und schwillt keulenförmig an, wobei seine Ringmuskulatur sukzessive stärker wird. Die Ringmuskelbündel ziehen im vorderen und längsten Teil glatt über die Falten weg; weiterhin macht sich aber die

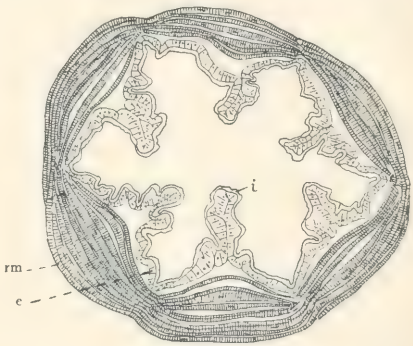


Abb. 4. Querschnitt durch den Mastdarm des Maikäfers. i Chitinschicht (Intima), e Epithel, rm Ringmuskeln.

Tendenz geltend, den Muskelmantel in sechs Abschnitte zerfallen zu lassen (Abb. 4). Der erste Teil des Mastdarms besitzt im Innern zahlreiche Längsfalten; diese ordnen sich weiterhin in sechs Gruppen an; so entstehen sechs große Längsfalten, welche spitze Winkel miteinander einschließen (Abb. 4). Deutlich sieht man das eine dünne Chitinschicht tragende Epithel.

Überall wo mächtige Falten des Epithels sich entwickeln, zeigt sich die Neigung, den Ringmuskelmantel in so viel Teilstücke zu zerlegen als Falten vorhanden sind, natürlich nur dann, wenn in den Falten keine anderen Muskelelemente (Längsmuskeln) vorhanden sind. Es wird dadurch eine größere Wirksamkeit der Muskeln herbeigeführt und der leere Raum in den Falten ausgenutzt.

Die Ausgestaltung und Größe des Mastdarms beim Maikäfer ist wiederum eine Besonderheit der Melolonthinen, da dieses Organ in der Ordnung der Käfer meist keine eigenartige Ausbildung in histologischer Hinsicht zeigt und oft sehr unscheinbar ist.

Zum Schluß möchte ich noch die vier Vasa Malpighii erwähnen, welche am Übergang des

Mitteldarms zum Enddarm einmünden (Abb. 2 bei vm). Zwei derselben sind einfache Schläuche, die zwei anderen verzweigt, d. h. mit zahlreichen Seitennästchen versehen [1]). Die Malpighischen Gefäße liegen dem Mitteldarm dicht an, alle seine Windungen mitmachend und gelangen bis zum Vorderdarm; desgleichen umschließen sie den Enddarm. Sie erscheinen als ein Gewirre von Fäden, welches leicht in die Augen fällt, wenn man den Hinterleib des Käfers aufgeschnitten hat und in der üblichen Weise in der Präparierschale unter Wasser betrachtet.

[1]) Auf der die Anatomie des Maikäfers betreffenden Wandtafel von Leuckart und Nitsche (Nr. 84), welche von Prof. Eckstein gezeichnet wurde, ist die Histologie der Vasa Malpighii nach Leydig abgebildet.

Literatur.

Gorka: Beiträge zur Morphologie des Verdauungsapparates der Coleopteren. Allgemeine Zeitschrift für Entomologie Bd. 6, 1901, S. 339.

Jordan: Vergleichende Physiologie Wirbelloser. Jena 1913, S. 623.

Mingazzini: Ricerche sul canale digerente dei Lamellicorni. Mitteilungen der Zoologischen Station zu Neapel Bd. 9, 1889.

Sirodot: Recherches sur les sécrétions chez les insectes. Annales des Sciences naturelles. Zoologie Vol. 10, 1858, S. 151 u. 251.

Weitere Literatur ist erwähnt in dem Handbuch der Entomologie von Schröder (Abschnitt „Darmkanal"). 2. Lieferung, Jena 1913.

Die Kulturpflanzen und Unkräuter der Wikinger.

[Nachdruck verboten.]

Referat von Dr. H. Gams.

Bis vor kurzem waren wir für die Kenntnis der Kulturpflanzen des germanischen Altertums ganz auf literarische und linguistische Quellen angewiesen. Diesbezügliche Daten haben für Norwegen Schübeler, Olafsen, Növik, Schnitler, Skappel, Hasund, Bugge, Johnsen u. a. und für das gesamte germanische Altertum vor allem Hoops [1]) zusammengestellt. Da wurde 1903 beim Hof Oseberg im norwegischen Amt Vestfold (an der Mündung des Kristianiafjords) in einem Grabhügel aus Torf ein wohlerhaltenes Wikingerschiff aus der Mitte des 9. Jahrhunderts entdeckt und im folgenden Jahre sorgfältig ausgegraben und wieder zusammengesetzt. Die zahlreichen, kulturgeschichtlich hochbedeutsamen Funde, die in die jüngere Eisenzeit gehören, werden in einem in Kristiania erscheinenden Prachtwerk „Osebergfundet" beschrieben. Soeben ist der die Nutzpflanzen und Unkräuter behandelnde Teil von Prof. Jens Holmboe in Bergen erschienen. [2]) Da diese Bearbeitung weit über Skandinavien hinaus großes Interesse verdient, sei der Inhalt hier kurz skizziert.

Auf dem prächtig geschnitzten Schiff ist eine Wikingerkönigin mit ihrer Magd, ihren Pferden, Ochsen und Hunden und zahlreichen Geräten zur letzten Ruhe gebettet worden. Höchstwahrscheinlich war es Aasa, die Gemahlin Halvdan Svartes und Großmutter König Harald Haarfagres, der zum erstenmal ganz Norwegen zu einem Reich vereinigte. Sowohl die Beisetzung der Königin wie die Geburt ihres Enkels erfolgten zwischen 840 und 850 n. Chr. — Kurz zuvor soll dessen Mutter folgenden Traum gehabt haben: Sie stand in ihrem „Grasgarten" und zog einen Dorn aus dem Gewand. Dieser erwuchs zu einem mächtigen Baum, und seine Äste breiteten sich über ganz Norwegen und darüber hinaus. — Aus diesem königlichen Garten, der wohl bei Borre 2 Stunden von Oseberg lag, dürften also die meisten der auf dem Schiff gefundenen Pflanzenreste stammen. Diese lassen sich auf 5 Gruppen verteilen:

1. Von im Lande selbst nicht gebauten Pflanzen stammende, von auswärts eingeführte Produkte. Hierher wahrscheinlich nur die Walnuß (*Juglans regia*), von der eine halbe Schale in der Grabkammer gefunden worden ist. Im Neolithikum wurde der Nußbaum im Mittelmeergebiet und von Südfrankreich bis in die Schweiz kultiviert, seit der Bronzezeit auch im übrigen West- und Mitteleuropa. Die Hof- und Klostergarteninventare des 9. Jahrhunderts nennen ihn *nucarios*, die ältesten angelsächsischen Glossare *hnutbeam*. Nach Skandinavien gelangte der Baum selbst wohl erst im späteren Mittelalter, doch wurden die Nüsse schon früher aus Westeuropa (daher *valhnot*, Walnuß = welsche Nuß) geholt, so im 11. und 12. Jahrhundert von den Königen Harald Haardrade und Sigurd Jorsalfar aus Miklagard. Der 1139 gestorbene Sigurd Slembedegn soll ein Feuerzeug in einer Nußschale besessen haben. Erst aus dem 16. Jahrhundert werden aus Norwegen auch grüne Nußschalen in Hexenurkunden genannt.

2. Von auswärts eingeführte, aber im Land selbst gebaute Getreide, Küchen-, Faser- und Färbepflanzen. Von Getreidekörnern enthielten Kisten der Oseberggrabkammer Hafer (*Avena sativa*) und Weizen (*Triticum vulgare*). Noch Theophrast nennt den Hafer als halbwilde Kulturpflanze, von größerem Haferbau berichten erst Galen und Plinius. Aus der Bronzezeit liegen Haferfunde außer aus Savoyen und der Schweiz auch aus Dänemark und Schweden vor. Haferabdrücke auf vorgeschichtlichen Töpfen aus

[1]) Joh. Hoops, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. Straßburg 1905.

[2]) Jens Holmboe, Nytteplanter og ugraes i Osebergfundet. Osebergfundet Bd. V, Kristiania 1921. — Vgl. auch die vorläufige Mitteilung desselben Verf.s im Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd. 44, 1906.

Schweden und Norwegen haben Sarauw und Holmboe wiederholt nachgewiesen, einzelne schon aus der Eisenzeit. Wie das lateinische *avena* vielleicht mit *ovis*, so hängt das altnordische *hafri* mit *hafr* = Bock zusammen. Beides scheint auf die Verwendung als Viehfutter zu deuten. Wohl schon zur Wikingerzeit ist der nordische Name auch ins Englische und Finnische (*kakra*, *kaura*) übergegangen. Daneben findet sich in der Edda auch *korki*, wohl ein keltisches Lehnwort. Nächst der Gerste war der Hafer wohl das wichtigste Getreide der Wikinger. In dem um 900 entstandenen Harbardslied nennt ihn Tor mit dem Häring zusammen. Ob schon die in altnordischen Gräbern nicht seltenen Bratpfannen aus Schmiedeeisen zur Herstellung von „Flabröd" aus Hafer gedient haben, mag dahingestellt bleiben. Von alten Ortsnamen leiten sich Hartveit in Norwegen wie Haverthwaite in Cumberland vom Hafer ab. Gegen 1300 heißt er in Norwegen und Schweden auch *hestakorn* (Pferdekorn), welchen Namen der 1302 bei Bergen hingerichtete Edelmann Audun Hugleiksson bekommen haben soll, da er als erster Getreide an Pferde verfüttert haben soll. Doch haben solches schon früher die Pferde Olafs des Heiligen und des Bischofs bekommen. — Der gefundene Weizen gehört sicher zu *Triticum vulgare*, da die Spelzen fehlen. Die Körner sind im Verhältnis zu anderen vorgeschichtlichen Funden groß. Aus dem mitteleuropäischen Neolithikum sind sowohl Nacktweizen (*T. vulgare* und *compactum*) wie auch Spelzweizen (*T. monococcum* und *dicoccum*) bekannt, aus Oberitalien auch *T. turgidum*. Auf neolithischen Töpfen aus Dänemark fand Sarauw Abdrücke von *vulgare*, *dicoccum* und *monococcum*. Letztere beide sind in Nordeuropa aus späterer Zeit nicht bekannt. *T. vulgare* stellte er auch für das schwedische Neolithikum, *T. compactum* für die dänische Bronzezeit fest. Holmboe fand Abdrücke von *vulgare* an Töpfen aus Norwegen, die wesentlich älter als das Osebergschiff sind, die Annahme Körnickes, daß der Weizen erst im 12. Jahrhundert nach Norwegen gekommen sei, ist also unhaltbar. Noch heute wird um Oseberg reichlich Weizen gebaut. Zur Zeit Haarfagres wurde nach der Egilssaga Weizen aus England importiert, damals war auch bereits dünnes Weizenbrot bekannt. Neben *hveiti* findet sich seit dem 12. Jahrhundert auch *hamalkyrni*, das ursprünglich wohl Weizen und Roggen bezeichnete, wogegen im Deutschen, Dänischen und Englischen Amelkorn vor allem für Emmer (*T. dicoccum*) gebraucht wurde. Jetzt bedeutet es in den norwegischen Dialekten (*hummelkon*, *hamlekonn*, *hummelkyrne*) zumeist Mengfrucht aus Hafer und Gerste. — Das Hauptgetreide der Wikinger war wohl die Sommergerste (*Hordeum distichum*). Das altnordische *barlak* findet sich im englischen *barley* wieder. Im Hallingdal ist daraus *barlindbygg* geworden, das natürlich mit der Eibe (norw. *barlind*) nichts zu tun hat. Zur Wikingerzeit ist sicher Getreide auch aus England eingeführt worden, worauf u. a. die Namen *valbygg* (welsche Gerste) und *valrugr* (welscher Roggen) deuten. Damals scheint der Ackerbau überhaupt große Ausbreitung und manche Verbesserung und Bereicherung erfahren zu haben. — Vom Roggen (*Secale cereale*) soll eine später verloren gegangene Mehlprobe des Osebergschiffs stammen; mit Sicherheit ist er in Norwegen erst aus dem christlichen Mittelalter, in Schweden schon aus dem 3.—4. Jahrh. n. Chr., in Dänemark aus der späteren Eisenzeit bekannt.

Eine bei einem der Pferdeskelette gefundene runde Holzschachtel enthielt reichlich Schötchenreste und Samen der Gartenkresse (*Lepidium sativum* f. *typicum* Thell.). Vorgeschichtliche Kressenfunde waren bisher nur aus Ägypten bekannt.[1]) In England wurde sie schon in angelsächsischer Zeit gebaut; in Deutschland nennen sie zuerst die heilige Hildegard und Albertus Magnus, in Dänemark, gleichfalls als Heilmittel, der Kräuterbuchverfasser Henrik Harpestreng (geb. 1164, gest. 1244). Auch für Schweden wird sie schon in älteren Kräuterbüchern, für Norwegen erst aus dem 17. Jahrhundert angeführt. Der Osebergfund lehrt, daß sie auch daselbst zu den ältesten Bestandteilen des Küchengartens zählte. — Andere Gewürz- und Gemüsepflanzen der Wikinger waren Lauch (*Allium*-Arten, wohl zuerst *sativum*, dann *schoenoprasum* und *cepa*; ersteres ist wohl der *geirlaukr* der alten Texte, letzteres *unioen* bei Harpestreng; die Deutung von *hjalmlaukr*, *itrlaukr* und *nattlaukr* ist ungewiß), Engelwurz (*Angelica Archangelica*, altnordisch *hvonn*, jetzt *kvann*) und Rüben (*Brassica Napus*, altnord. *naepa*, angelsächs. *naep*). Lauch und Lein werden schon in der Runeninschrift eines Fleischmessers von Alversund bei Bergen genannt, das aus dem 4. Jahrh. stammt und wohl zu rituellen Zwecken in einem altnordischen Phalluskult diente. Engelwurz schenkte bereits im Jahre 1000 König Olav Tryggvason zu Nidaros (Drontheim) seiner Gemahlin, die freilich so gemeine Speise verschmähte. — Auch Kohl, Erbsen, Bohnen (*Vicia Faba*) und Hopfen waren schon in der Sagazeit bekannt, und Gesetze aus dem 13. Jahrhundert sprechen von Bohnen-, Erbsen- und Rübenbeeten (*baunareitr*, *crtrareitr*, *naepnareitr*). — Vielleicht baute man auch den Leindotter (*Camelina sativa*), denn mehrere mit *dothra* zusammengesetzte Ortsnamen müssen älter als die Wikingerzeit sein. *Camelina* ist aus dem Neolithikum für Ungarn (Aggtelek), aus der La Tène-Zeit für Schlesien und aus dem 3.—4. Jahrhundert für Gothland nachgewiesen. Nach Dioskurides wurde Dotteröl zu Fackeln gebraucht, in Osteuropa ist es noch allgemein bekannt und in den Kriegsjahren auch in Deutsch-

[1]) Samen einer nicht weiter bestimmten Kressenart hat Neuweiler vor kurzem in den Pfahlbauten des Zürichsees gefunden. Anm. d. Referenten.

land wieder empfohlen worden. Gunnerus nennt die Pflanze *daadre* und *lindotter;* heute ist sie in Norwegen nur noch ein seltenes Unkraut.

Von Gespinnst- und Färbepflanzen hat das Osebergschiff einzelne Samen von Flachs (*Linum usitatissimum*) und Hanf (*Cannabis sativa*) und eine ganze Schachtel voll Schötchenresten vom Waid (*Isatis tinctoria*) aufbewahrt. Die Bestimmung der meisten alten Leinreste ist immer noch umstritten. *L. usitatissimum* ist sicher im alten Mesopotamien. Ägypten und Italien gebaut worden. Der Pfahlbautenlein wird bald als *L. angustifolium*, das sicher die Stammpflanze von *L. usitatissimum* ist, bald als *L. austriacum* gedeutet. (Nach Gentner ist er sicher der zweijährige Winterflachs, der noch jetzt in einigen Tälern der Zentral- und Ostalpen gebaut wird. Ref.) Aus Deutschland stammen die ältesten Leinfunde aus der älteren Eisenzeit, aus Dänemark aus der jüngeren Bronzezeit, aus Schweden aus der Eisenzeit. Aus Westnorwegen wird *lina* neben *laukar* (Lauch s. oben) bereits in einer Runeninschrift aus dem 4. Jahrh. genannt. Alte Leinhecheln und Spinnräder sind oft gefunden worden, Leintuch z. B. in einem Grab aus dem 10. Jahrh. Mehrere aus *lin-* und *-vin* zusammengesetzte Ortsnamen müssen spätestens aus der Wikingerzeit stammen, der nördlichste liegt im Troms-Amt (später soll Flachs sogar bis Skjervö gebaut worden sein). Neben altnordisch *lin* kommt auch *horr* vor. In einem leinenen Frauengewand soll Tor seine Fahrt zu den Riesen angetreten haben. Noch im 19. Jahrh. war der Flachsbau bis Drontheim von Bedeutung; 1907 war er auf 8 Ämter beschränkt (am meisten noch in Opland und Hedmark). Interessanterweise treten Flachs und Kresse heute oft zusammen ruderal oder in Äckern auf, wie sie schon auf dem Osebergschiff beisammen lagen. — Die Hanfkultur reicht in Indien bis ins 8. und 9., in China bis ins 5. Jahrh. v. Chr. zurück, war dagegen im alten Ägypten, Palästina und Griechenland anscheinend unbekannt. Die Skythen bereiteten nach Herodot aus Hanf Gewebe und Narkotika (Haschisch!), und von ihnen ist er wohl zu den Germanen und Galliern gelangt. Während die Römer Hanf erst seit dem 2. Jahrh. bauten, ließ Hiero II. von Syrakus schon im 3. Jahrh. v. Chr. Hanfseile aus dem Rhonetal kommen. Die Germanen haben den Hanf schon vor der Abtrennung der Angelsachsen, also wohl schon im 4. oder 5. Jahrh. v. Chr. aus Südosteuropa erhalten. Aus Deutschland nennt ihn zuerst das Capitulare de villis. Prähistorische Hanfsamen waren aus Mittel- und Nordeuropa bisher nicht bekannt, hingegen ist Segeltuch aus Hanf außer im Osebergschiff auch in Wikingergräbern der norwegischen Westküste gefunden worden. Für Hanfkultur mußte im 12. und 13. Jahrh. in Norwegen und Schweden Zehnten bezahlt werden. Hemden aus Hanf oder Flachs waren für den Besuch am norwegischen Königshof vorgeschrieben. Für die Gegend von Oseberg ist Hanfbau fürs 16. Jahrh. nachgewiesen, im 18. reichte er bis Surendalen und Bradsbierg, ging aber schon damals rasch zurück. Schon im Mittelalter mußte Hanf aus England und später von den Hansastädten in Preußen und Livland eingeführt werden, und heute ist der nordische Hanfbau trotz aller Bestrebungen zu seiner Wiederbelebung ganz erloschen.

Von besonderem Interesse ist der Waid (*Isatis tinctoria*), von dem sich eine Menge zerfallener Schötchen fand. Die Pflanze ist sicher nicht in ihrem ganzen heute von Madeira, Nordafrika und Indien bis Schweden und Finnland reichenden Areal urwüchsig. Die ursprüngliche Westgrenze dürfte kaum über Ungarn hinausgehen. Ihren Gebrauch zum Blaufärben beschreibt schon Demokrit. Die Römer nannten sie *vitrum* oder *glastum*, wohl von keltisch *glas* = blau. Die Britannier bemalten sich zu Cäsars Zeit damit den Körper, daher hatten wohl auch die Picter ihren Namen. Der schon im Gotischen und Althochdeutschen nachweisbare Name Waid ist in verschiedenen Formen ins Spätlateinische, Italienische, Französische, Tschechische und Russische übergegangen und ist wohl auch mit dem lateinischen und griechischen Namen stammverwandt, so daß die Pflanze wohl schon vor der Abzweigung der Hellenen und Italer von den übrigen Indogermanen bekannt gewesen sein wird. Sicher bauten sie die Kelten. In Deutschland wird sie zuerst aus dem 9. Jahrh. (*uuaisdo* im Capitulare de villis) genannt. Der ausgedehnte Waidbau in Thüringen und im Languedoc geht mindestens bis ins 10. Jahrh. zurück, von welchem an bis zur Einführung des Indigo der Waid den wichtigsten blauen Farbstoff in Mittel- und Nordeuropa lieferte. Von Waidhändlern wurde die Universität Erfurt 1392 gestiftet, der dortige Waidbau erreichte seinen Höhepunkt im 16. Jahrh. Von 1570 an mußte er aber trotz behördlicher Maßnahmen dem asiatischen und später dem synthetischen Indigo weichen. Von den 1616 noch vorhandenen 300 „Waiddörfern" Thüringens waren 1629 nur noch 30, 1750 noch 17 und 1850 nur noch 9 übrig. Bis gegen 1800 hielt sich der Waidbau in England und Kärnten und bis heute stellenweise in Portugal, Italien und Rumänien. Vergebens suchten Schreber 1752 und F. A. v. Resch 1812, ihn wieder emporzubringen. Im Altertum (z. B. bei Dioskurides) und im Mittelalter (z. B. bei der heiligen Hildegard und Macer floridus) war der Waid auch Heilpflanze. Des letzteren Werk war die Hauptquelle für Henrik Harpestreng. In mehreren seiner Handschriften und selbst in isländischen Arzneibüchern ist von dem Heilmittel *vitrum* gegen Blasensteine die Rede, wobei aber nicht immer sicher ist, ob die betreffenden Verff. die Pflanze kannten. Verwilderter Waid wird aus der Umgebung eines dänischen Klosters 1688 angegeben, und 1761 galt er bereits als in Dänemark einheimisch, ist aber seither bis auf seltene adventive Vorkommnisse ver-

schwunden. In Schweden wird der Waid zuerst 1623 als wild und bald darauf auch als Färberpflanze (*färgvede*) genannt. Linné traf ihn am Strand von Öland (1741) und einigen Inseln bei Gotland wie wild. In Schweden, besonders in Vestergötland, wurde er damals und bis ins 19. Jahrhundert zusammen mit Wau (*Reseda luteola*) viel gebaut. Der Waid lieferte die blaue und der Wau die gelbe Farbe für die schwedischen Uniformen und Fahnen. Jetzt ist der Waidbau auch dort verschwunden, die Pflanze hat sich aber noch hier und da am Strand zu behaupten vermocht. Aus Norwegen fehlten bisher sichere Angaben aus älterer Zeit. Gefärbte und namentlich blaue Kleider waren schon zur Wikingerzeit bei den Vornehmen in Gebrauch, nach der Svarfdoela- und Finnboga-Saga auch auf Island. Dort wurden blaue Tücher nachweisbar von außen bezogen. Als einheimische Farbpflanze kommen nur *Geranium silvaticum*, *Vaccinium Myrtillus* und *Campanula rotundifolia* in Betracht. Blaue Wollfäden aus einem Grab aus dem 5. Jahrh. am Nordfjord sind nach Hilda Christensen sicher durch einen Indigofarbstoff, also wohl durch Waid gefärbt. Ähnlich gefärbte Wolle fand sich in einem Grab aus dem 10. Jahrh. in Mörkedal. Erst aus viel späterer Zeit liegen Angaben über Waidbau in Norwegen vor, er war dort nie von ähnlicher Bedeutung wie in Schweden. Im 18. Jahrh. wurde z. B. Waid von Bischof Gunnerus bei Drontheim gepflanzt, etwas später von Sommerfelt in Toten. Von 1768 bis 1843 wurde der Waidbau besonders von der Gesellschaft für Norwegens Wohlfahrt wiederholt empfohlen. Reife Samen wurden noch am Maalselv im nördlichen Norwegen und in Hallingdal bis 470 m ü. M. geerntet. Jetzt tritt die Pflanze nur noch selten als Kulturrelikt oder ruderal auf, so noch in Salten und Lavanger im Amte Troms fern von jeder Kultur, wohl aus verschwemmten Samen.

3. Sammelfrüchte einheimischer Arten. Von solchen sind in größerer Zahl Haselnüsse (*Corylus avellana*) und Holzäpfel (*Malus silvestris*) auf dem Osebergschiff gefunden worden. Wie in den Pfahlbauten fanden sich von der Haselnuß sowohl *f. silvestris* wie *f. oblonga*. Die Hasel wird in der Saga-Literatur oft genannt. — Die gefundenen Holzäpfel, wovon 54 ganze, stimmen mit heutigen norwegischen Wildäpfeln überein. In Süd-Helgeland überschreitet der Holzapfel heute den 66. Breitegrad. Auf dem Osebergschiff fanden sich eine mehr fünfseitige, zugespitzte Form und eine mehr kugelige, dagegen nicht der zuerst von Heer beschriebene „größere Pfahlbauapfel", wohl die älteste Kultursorte in Europa. 1908 wurde diese auch in dem neolithischen Pfahlbau Alvastra in Vestergötland gefunden. Die bronzezeitlichen Äpfel von Vamdrup in Dänemark gleichen dagegen der runden Form von Oseberg. Sicher haben die alten Germanen einheimische Holzäpfel in Kultur genommen. Von dem altnordischen *apaldr* für den Baum und *epli* für die Frucht leiten sich nicht nur die germanischen, sondern auch slavische und keltische Namen ab, vielleicht auch der Name der italienischen Stadt Abella. Bekanntermaßen spielen Äpfel auch in der nordischen Mythologie (z. B. bei Idun und Fröi) eine Rolle, wogegen die „Äpfel des Paradieses" nach Thorild Wulff auf eine unrichtige Übersetzung zurückgehen. Abgesehen von dem Alvastrafund kennt man sicher kultivierte Äpfel in Skandinavien erst aus christlicher Zeit. Wahrscheinlich wurde der Obstbau hauptsächlich durch die Mönche gefördert. Von *apaldr* abgeleitete Ortsnamen sind bis in die Gegend von Drontheim (Abelvik) nachweisbar, und aus dem Mittelalter werden öfter Apfelgärten erwähnt.

4. Unkräuter (altnordisch *illgresi*). Unter den Getreide- und Kressenamen und zwischen Federn in der Grabkammer wurden Samen und Früchtchen folgender Unkräuter festgestellt: *Polygonum* cf. *lapathifolium*; auch aus zahlreichen stein- und bronzezeitlichen Funden in Mitteleuropa bekannt, in Großbritannien seit dem Neolithikum, in Dänemark in vielen mittelalterlichen Ablagerungen, in Norwegen heute bis Drontheim und Ostfinnmarken. — *Polygonum Convolvulus*; in Mitteleuropa seit dem Neolithikum, stellenweise so reichlich, daß vielleicht an alten Anbau zu denken ist (vgl. „wild Baukweite" in Pommern), in Kopenhagen in den mittelalterlichen Kulturschichten, in Norwegen heute bis Nordland und Ostfinnmarken. — *Chenopodium album;* ebenfalls in alten Ablagerungen (z. B. in den Pfahlbauten der Schweiz, in dänischen Funden, in einem Eisenzeitfund am Mälarsee) häufig und wohl auch alte Mehlfrucht, in Norwegen heute bis Finnmarken. — *Urtica urens;* bisher aus Mittel- und Nordeuropa prähistorisch nicht nachgewiesen, in Dänemark erst in den mittelalterlichen Kulturschichten von Kopenhagen, aus Deutschland zuerst bei der heiligen Hildegard und Albertus Magnus, in Norwegen jetzt bis Finnland verbreitet. — *Stellaria media;* in England und Schottland schon in dem präglazialen Cromer forest bed, in der Schweiz in paläolithischen Pfahlbauten usw. Der altnordische Name *arfi* (jetzt *vassarv*) ist in einigen norwegischen Ortsnamen vermutet worden. Die Art ist in Norwegen eines der gemeinsten Unkräuter, wohl auch sicher urwüchsig, und ist von V. B. Wittrock (Vetenskapsakademiens Årsbok 1918) für die am meisten kosmopolitische Phanerogame überhaupt erklärt worden. — *Capsella Bursa pastoris;* bisher anscheinend prähistorisch nicht nachgewiesen, jetzt allgemein verbreitet. — *Lamium* cf. *purpureum;* in Österreich in den Hallstatterfunden, in Kopenhagen in den alten Kulturschichten nachgewiesen, in Norwegen jetzt bis Nordland und vereinzelt bis Finnmarken verbreitet. — *Galeopsis tetrahit;* in England und Schottland schon im Spätglazial, in der Schweiz und Deutschland im Neolithikum, in Dänemark (eher *G. speciosa*) in den Kulturschichten von Kopenhagen, in Schweden schon in Torf aus dem Anfang der

Tapeszeit, jetzt in ganz Norwegen verbreitet. Auf diese Pflanze werden altnordisch *akrdai* und *dogha* bezogen, doch wurden darunter jedenfalls auch aromatische oder narkotische Pflanzen verstanden, die dem Met und Bier zugesetzt wurden, so auf den Shetlandsinseln nach dem Hildinalied und in späterer Zeit in Sogn. — *Cirsium arvense;* in Norwegen heute bis zum Kvaefjord, bisher prähistorisch nicht nachgewiesen, wohl aber *C. palustre* und *lanceolatum* aus Großbritannien und Dänemark. Disteln werden als *thistill* schon im Eddalied Skirnismal (etwa um 900 entstanden) und in einer Übersetzung alttestamentlicher Texte aus dem 13. Jahrh. genannt. — Daß auch andere Unkräuter in der Wikingerzeit bekannt waren, geht aus der Literatur hervor. Der für *Matricaria inodora* bis Island gebräuchliche Name *balderbraa* muß sehr alt sein, denn schon in der Edda wird der Glanz von Balders Augenbrauen mit „dem weißesten aller Kräuter" verglichen. Heute ist die Art in allen nordischen Gegenden mit primitiver Kultur um die Siedlungen gemein, so namentlich bei den Erdkammern der Seelappen des nördlichen Norwegens und auf Island. — Altnordische Namen besitzen ferner: *Lolium temulentum*, im Kongespeil als *skjathak*, schon im alten Ägypten und in Schweizer Pfahlbauten unter Getreide, früher ein gefürchtetes Unkraut, jetzt selten. — *Rumex* cf. *acetosa*, als *sura* oder *akrsura*, u. a. auch als Schlafmittel empfohlen. — *Epilobium angustifolium* heißt noch jetzt in einzelnen Dialekten *geitskor* (Ziegenhufe, nach einer anderen Deutung Ziegenfell). — *Plantago major* wurde als *laeknisgras* gegen Schlangenbiß empfohlen. — *Sonchus arvensis* ist wohl *dylla* und *dyndill* der Sagen, auch als Übername und in Flurnamen. — *Taraxacum* ist altnordisch *fifill*, als *fivel* noch jetzt in einzelnen norwegischen Dialekten. In den Sagen werden gelbliche Pferde als *fifilbleiker* bezeichnet. — *Lolium, Polygonum Convolvulus, Urtica, Chenopodium* und *Lamium purpureum* (oder *amplexicaule*) sind sicher mit Kulturpflanzen eingeschleppt worden, vielleicht auch *Polygonum lapathifolium, Stellaria media* und *Capsella*, die heute als einheimisch erscheinen. *Plantago major, Sonchus arvensis* und *Matricaria inodora* sind wohl als Strandpflanzen spontan eingewandert, ähnlich auch *Cirsium arvense* und *Galeopsis*, sowie als Wiesenpflanzen *Rumex, Taraxacum* und *Epilobium*. — Um den Gegensatz zwischen Archaeophyten und Neophyten zu beleuchten, seien einige Arten genannt, die erst zwischen 1700 und 1900 in Norwegen eingewandert sind:[1]) *Chrysanthemum segetum* (1704), *Barbarea vulgaris* (1790), *Senecio viscosus* (1804), *Anthemis tinctoria* (1807), *Bunias orientalis* (1812), *Cerastium arvense* und *Berteroa incana* (1826), *Alyssum calycinum* (1857), *Conringia orientalis* (1859), *Matricaria discoidea* (1862), *Campanula patula* (1870), *Xanthium spinosum* (1872), *Erigeron canadensis* (1874), *Thlaspi alpestre* (1876), *Rudbeckia hirta* und *Galinsoga parviflora* (1880) und *Lepidium virginicum* (1889).

5. Sonstige Reste einheimischer Pflanzen. Aus Eichenholz war das Schiff gezimmert, aus Birkenrinde einzelne Geräte gefertigt. Die Flaumbirke (*Betula pubescens*) ist durch zwischen den Waidschötchen gefundene Kätzchenschuppen und Flügelfrüchtchen nachgewiesen. — Aus dem Mageninhalt zweier Ochsen und eines Pferdes konnten bestimmt werden: Nadeln des Wacholders (*Juniperus communis*), des ersten in Skandinavien eingewanderten Nadelholzes, Zweigstücke des erst während des Maximums der postglazialen Senkung eingewanderten, in Dänemark dagegen schon interglazial und spätglazial nachgewiesenen Heidekrauts (*Calluna vulgaris*), ein Rosenstachel (*Rosa* cf. *mollis*), Früchtchen von *Carex*-Arten, Samen von *Luzula campestris* (zum erstenmal prähistorisch nachgewiesen), Nüßchen und Kronblätter von *Ranunculus repens* in größerer Zahl und auffallend gut erhalten. Die Art ist in Großbritannien schon präglazial, in Dänemark diluvial und interglazial, aus Schweden und Norwegen wie aus Mitteleuropa dagegen erst postglazial nachgewiesen. — Zwischen Federn an einem Teppich der Grabkammer fand sich ein Fruchtkelch von *Agrimonia eupatoria*, die sonst prähistorisch nur aus 3 meist neolithischen Pfahlbauten der Schweiz bekannt ist und in Norwegen heute bis Drontheim, im Osten noch weiter nördlich reicht. — Aus dem Torf des Grabhügels konnten schließlich u. a. *Leontodon autumnalis* (interglazial in England, aus dem Neolithikum in Schottland) und einige gemeine Astmoose bestimmt werden: *Thuidium Philiberti, Acrocladium cuspidatum, Climacium dendroides* und *Rhytidiadelphus squarrosus*, letztere beide auch aus dem Grabhügel des schon früher bei Gokstad ausgegrabenen Wikingerschiffs, von dem sonst keine bemerkenswerten Pflanzenfunde bekannt geworden sind.

[1]) Nach J. Holmboe, Nogle ugraesplanters indvandring i Norge. Nyt Mag. for. Naturvidensk. XXXVIII. 1900.

Einzelberichte.

Lichterscheinungen an fliegenden Vögeln.

In den Sagen der verschiedensten Völker, der Japaner, Irokesen, Kelten, Polynesier und in den alten tatarischen und vedischen Heldengesängen begegnen wir dem Glauben an einen Vogel, der Feuer vom Himmel holt oder den Blitz hält. Mehrfach ist dieser Vogel eine Möwe, was insofern auffallend ist, als an diesem Tier von wissenschaftlich einwandfreier Seite wirklich Licht-

erscheinungen gesehen wurden. Es handelt sich um die von Dr. K. M. Schneider in den „Ornithologischen Monatsberichten" 1921, Heft 12 (Herausgeb. Prof. Reichenow und Dr. Stresemann) besprochenen Möwenbeobachtungen des Prof. Dr. A. Kirschmann auf der Insel Sylt.

An einem heißen Sommerabend fiel Prof. Kirschmann auf, daß bei einem Unwetter etwa 50 Möwen jeden neuen Gewitterausbruch einige Minuten vorher durch erregtes Schreien anzeigten. Bei hereinbrechender Dunkelheit sah er vorm Fenster, an das die Vögel dicht heranflogen, Gruppen von 2—4 Feuerchen durcheinander schweben und konnte feststellen, daß die Möwen an Schnabel, Flügelspitzen und Schwanz diese Flämmchen trugen. Die Vögel schrien dann immer sehr erregt und beruhigten sich wieder etwas, wenn mit neuen heftigen Entladungen zugleich auch die Flämmchen verschwanden. Dr. Schneider erklärt die Erregung der Möwen mit der, diesen ungewohnten, Lichterscheinung, meint, das Leuchten könne auch mit einem Zischen und Knistern verbunden sein, oder die Tiere verspürten das sonderbare Kribbeln in der Haut, das wir beim Elektrisieren in den Haarwurzeln wahrnehmen.

Die helle violettrote Flammenfärbung, die der Feuererscheinung bei einer elektrischen Entladung gleicht, läßt vermuten, daß es sich hier um etwas Ähnliches wie ein „Elmsfeuer" gehandelt hat. Prof. Dr. Wenger, Leiter des Leipziger geophysikalischen Instituts, erklärt die Erscheinung folgendermaßen: „Kommt ein Vogel aus einer Gegend mit hoher Spannung, wo er also stark elektrisch geladen worden ist, in eine Region mit wesentlich niedrigerer Spannung, so wird sich der Unterschied ausgleichen. Derlei Entladungen vollziehen sich bekanntlich am stärksten an Spitzen. In unserm Fall ist nun das Ausströmen der Elektrizität in der Dunkelheit an den spitzen Körperteilen in Lichtbüscheln sichtbar geworden. Eine solch stille langsame Entladung kann natürlich eintreten, wenn der Vogel eine Region mit sehr verschieden starker Ladung gleichnamiger Elektrizität durchfliegt, aber ebenso dann, wenn er in Luftschichten kommt, die mit Elektrizitätsmengen ungleichen Vorzeichens (positiv oder negativ) kräftig geladen sind, wobei er entweder als Anode oder Kathode wirkt. Die Flammenerscheinung ist dann ähnlich derjenigen, welche den Luftschiffern so gefährlich werden kann, wenn diese mit ihrem leichtentzündlichen Fahrzeug rasch durch Gebiete mit stark verändertem Potential kommen." —

W. Sunkel.

Embryobildung nach Verletzung der Fruchtknoten und Samenanlagen.

Die früher hier besprochenen Arbeiten G. Haberlandts (vgl. Naturw. Wochenschr. 1921, S. 592) haben in ihrer weiteren Verfolgung den Verf. zu Versuchen geführt, die das Ziel hatten, bei Blütenpflanzen durch Anregung der Bildung von Wundhormonen künstliche Parthenogenesis und Entstehung von Adventivembryonen aus dem Nuzellus der Samenanlagen hervorzurufen. 1910 hatte Bataillon durch Anstechen reifer Froscheier parthenogenetische Larven gezüchtet, und Anstichversuche mit Eizellen einer Vaucheria sind 1920 von F. v. Wettstein veröffentlicht worden. Bei den höheren Pflanzen ist das Anstechen der Eizellen schon wegen ihrer Kleinheit technisch unmöglich. Nach den Erfahrungen Haberlandts konnte angenommen werden, daß es genügen würde, durch mechanische Verletzung der Samenanlagen oder des Fruchtknotens die Bildung von Wundhormonen in der Nachbarschaft der Eizellen zu veranlassen. Verf. benutzte zu seinen Versuchen die dazu besonders geeignete Oenothera Lamarckiana. Um Bestäubung auszuschließen, wurden die Blütenknospen durch Führung eines Querschnittes, der Antheren und Narbe entfernte, kastriert. Die mechanische Verletzung wurde teils durch Drücken (Quetschen) der Fruchtknoten zwischen Daumen und Zeigefinger, teils durch mehrmaliges Anstechen oder Durchstechen der Fruchtknoten mit einer feinen Stahl- oder Glasnadel herbeigeführt. Die meisten der so behandelten Fruchtknoten gingen nach 1—3 Wochen zugrunde, blieben aber häufig länger grün als nichtverletzte Vergleichsfruchtknoten in kastrierten Blüten. Eine Anzahl verletzter Fruchtknoten wuchs aber weiter, ohne jedoch die Größe der sich normal entwickelnden Fruchtknoten zu erreichen. Einige Fruchtknoten wurden verletzt, ohne daß die Blüten kastriert worden waren; sie wuchsen in vielen Fällen kräftig weiter und wurden fast ebenso groß wie die normalen.

Durch das Quetschen traten in den Fruchtknoten Zerreißungen auf. Die Nuzelluszellen der Samenanlagen zeigten sich vielfach abgestorben und kollabiert; einige aber hatten sich blasenartig abgerundet und stellten möglicherweise Anfänge von Adventivembryonen dar. Von den Embryosäcken andererseits entwickelten sich einige ungestört weiter und wiesen dann einen normalen Eiapparat auf; andere starben ab oder teilten sich durch eine Querwand. Am Eiapparat wurde in ein paar Fällen der Anfang der parthenogenetischen Entwicklung der Eizelle beobachtet. Die Eizelle hatte sich mit einer zarten Membran umkleidet und eine kopfförmige Ausstülpung gebildet. Aber nur einmal war eine Teilung eingetreten, die die kopfförmige Ausstülpung von dem übrigen Teil der Eizelle (dem Suspensor) abgetrennt hatte. Verf. nimmt an, daß die parthenogenetische Entwicklung deshalb nicht weiter fortschreitet, weil infolge der Quetschung die die Baustoffe zuleitenden Zellen der Chalaza geschädigt werden und ihre Aufgabe nicht vollführen können, so daß die jungen Embryonen verhungern.

Bei angestochenen Fruchtknoten treten

Kalluswucherungen auf, die in den Wundkanal hineinwachsen, aber auch in gewisser Entfernung von diesem an den Innenseiten der Fruchtknotenwände, an den Scheidewänden und den Plazenten auftreten können. Sie entstehen auch an den durch die Nadel verletzten Samenanlagen. Wenn sie hier vom Nuzellus oder vom inneren Integument aus in den Embryosack hineinwuchern, so können sie zu monströsen oder auch typisch geformten Adventivembryonen werden oder solche aus sich hervorsprießen lassen. In einem besonders lehrreichen Fall hatten sich in einer durch Anstich verletzten Samenanlage zwei mit Suspensoren versehene, typischen Eiembryonen ganz ähnliche Nuzellarembryonen gebildet, die an einander gegenüberliegenden Stellen in den Embryosack hineinragten. In angestochenen Fruchtknoten nicht kastrierter Blüten wurden keine Nuzellarembryonen gefunden; vielleicht wird deren Ausbildung durch die Entwicklung der Eiembryonen verhindert. Ansätze zur Bildung parthenogenetischer Eiembryonen konnten in den angestochenen Fruchtknoten kastrierter Blüten nicht beobachtet werden. Dagegen entwickelte sich in den Fällen, wo Kalluswucherungen aus dem Nuzellus und Adventivembryonen entstanden, aus dem (haploiden) Polkern des Embryosacks auf parthenogenetischem Wege Endosperm.

Die Entwicklung von Nuzellarembryonen, die bei Oenothera Lamarckiana vom Experimentator durch Nadelstiche bewirkt wird, erreicht die Natur bei Ficus Roxburghii in viel vollkommenerer Weise mit Hilfe eines Hymenopters, das die Fruchtknoten dieser Feige mit seiner Legeröhre ansticht. Cunningham, der den Vorgang beschreibt, führt die Wirkung auf vermehrten Nahrungszufluß zurück, während Haberlandt hier wie bei Oenothera die Ursache der Embryonenbildung in der Entstehung von Wundhormonen (besser „Nekrohormonen") erblickt. Als weitere Bedingung für die Entwicklung solcher Adventivembryonen nimmt er an, daß die Pflanze eine erhöhte Neigung zu Kalluswucherungen, auch im Nuzellargewebe, besitze. (Sitzungsberichte der preußischen Akademie der Wissenschaften, Physik.-math. Kl. 1921, Nr. 40, S. 695—725).

F. Moewes.

Bücherbesprechungen.

Kähler, Dr. **Karl** (wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Preußischen Meteorologisch-Magnetischen Observatorium Potsdam), Luftelektrizität. 2. Aufl. 134 S. mit 19 Abb. Sammlung Göschen Nr. 649. Berlin W 10 und Leipzig 1921, Vereinigung wiss. Verleger Walter de Gruyter & Co. 2,10 M. und 100% Verlegerteuerungszuschlag.

Die neuen Arbeiten in Washington und auf dem stillen Ozean, sowie in Deutschland, die seit dem vor 8 Jahren erfolgten Erscheinen der ersten Auflage unsere Kenntnis über die Luftelektrizität wesentlich erweiterten, haben ihre Berücksichtigung erfahren, so daß der Leser durch das sehr empfehlenswerte Büchlein über den neuesten Stand der Forschung unterrichtet wird. Fricke.

Schau, A., Statik. Aus Natur und Geisteswelt Bd. 828. 2. Aufl. 110 S. 112 Fig. Leipzig 1921, B. G. Teubner.

Schau, A., Festigkeitslehre. Aus Natur und Geisteswelt Bd. 829. 2. Aufl. 111 S. 119 Fig. Leipzig 1921, B. G. Teubner.

In dem ersten Bändchen werden die grundlegenden physikalischen Gesetze und ihre Anwendungen auf die Baukonstruktionen mitgeteilt. Das zweite Bändchen enthält die Festigkeitslehre; sie ist in der neuen Bearbeitung als ein besonderer Teil abgetrennt, weil dem mehrfach ausgesprochenen Wunsche, auch über Anwendungen für den Maschinenbau unterrichtet zu werden, Rechnung getragen werden sollte. Dem Verf., der Baugewerksschuldirektor in Essen ist, ist die Auswahl aus dem großen Stoffgebiet vortrefflich gelungen und wie die erste Auflage draußen im Schützengraben anregend gewirkt hat, wird diese neue beim Wiederaufbau vortreffliche Dienste leisten. Fricke.

Beiträge zur Metallurgie und andere Arbeiten auf chemischem Gebiet. Festgabe zum 60. Geburtstag für Prof. Dr. Dr. ing. e. h. Hans Goldschmidt. Herausgegeben von Oscar Neuß, Leiter des wissenschaftlichen Laboratoriums Prof. Dr. Goldschmidt. 80 Seiten mit 11 Abbildungen und einem Porträt von Prof. Dr. Goldschmidt. Dresden und Leipzig 1921, Verlag von Theodor Steinkopff. Preis geh. 15 M.

Prof. Dr. Hans Goldschmidt, der auch weiteren Kreisen des naturwissenschaftlich und technisch interessierten Publikums als Erfinder der Aluminothermie und der autogenen Schweißung und Mitbegründer der Weltfirma Th. Goldschmidt A.-G. in Essen bekannte Chemiker, in dem sich die Vereinigung von wissenschaftlichem und technischem Denken zu einem einheitlichen Ganzen in vorbildlicher Weise vollzogen hat, hat in diesem Jahre seinen 60. Geburtstag gefeiert. Aus Anlaß dieses Ereignisses hat Oscar Neuß, der Leiter des wissenschaftlichen Laboratoriums, das Hans Goldschmidt nach seinem vor einiger Zeit vollzogenen Austritt aus der Essener Firma in Berlin errichtet hat, eine kleine Festschrift herausgegeben, in der Freunde und Schüler Goldschmidts ihm nach schönem Brauch durch kleinere Abhandlungen wissenschaftlichen

Inhaltes ihre Verehrung beweisen. Aus dem bunten Inhalt des Heftes seien die allgemeinen Betrachtungen von Max Buchner in Hannover über Zweck und Wert wissenschaftlicher Vereine und Kongresse, von Oscar Neuß über das Aspochin, das Azetylsalizylat des Chininazetylsäureesters $C_{20}H_{23}N_2O_2 \cdot C_9H_7O_3 \cdot C_9H_8O_4$, das ausgezeichnete Dienste bei gewissen Menstruationsstörungen (Schmerzen und zu großem Blutverlust) sowie bei Anfällen von Bronchialasthma leistet, die metalltechnischen Beiträge von Doerinckel, Stavenhagen, B. Strauß und Tammann, sowie eine Untersuchung von Prätorius über Nachweis und angenäherte Bestimmung kleiner Mengen von Aluminium im Beryllium angeführt.

Die Ausstattung der kleinen Schrift, der ein recht gutes Bild von Goldschmidt beigegeben ist, entspricht allen berechtigten Anforderungen.

Berlin-Dahlem. Werner Mecklenburg.

Driesch, Hans, Philosophie des Organischen. 2. verbesserte und teilweise umgearbeitete Auflage. Leipzig 1921, W. Engelmann.

Es ist jetzt 12 Jahre her, seit die „Philosophie des Organischen" erschienen ist, und in diesen 12 Jahren hat sich so manches geändert, einmal ist die Gegnerschaft gegen den von Driesch verfochtenen Vitalismus angewachsen, andererseits ist aber auch so mancher Forscher in das Lager der Vitalisten übergegangen, sei es, daß er es offen bekennt und daß er es bewußt tut, sei es, daß er es unwissentlich getan hätte. Aber auch Driesch hat sich geändert, vom philosophierenden Biologen ist er zum biologisch orientierten Philosophen geworden. Das merkt der Leser deutlich, wenn er sich in das Werk vertieft.

Die biologischen Grundlagen, die den Hauptteil des Werkes bilden, sind im wesentlichen die gleichen geblieben. Und doch ist überall zu erkennen, daß die Einzeltatsachen und die Probleme auf den heutigen Stand der Forschung gebracht sind, denn seit dem Erscheinen der ersten Auflage hat sich die Entwicklungsmechanik die ersten Kinderschuhe abgelaufen und bewiesen, daß sie ein selbständiges Gebiet ist, vor allem durch Beschaffung eines gewaltigen Tatsachenmaterials und durch ganz exakte, präzise Festlegung bestimmter Lehrmeinungen. Hier ist das Werk auf dem Laufenden erhalten worden, ich nenne nur die trefflichen Ausführungen über die Welt des Organischen als Ganzes.

Anders ist es mit dem letzten philosophischen Teil des Buches. Hier ist etwas völlig Neues geschaffen worden: Der Philosoph von heute hat das Wort. Hier wird der Naturphilosoph zum Logiker, aber auch zum Metaphysiker. Die Sprache der vorigen Auflage, die dem flüchtigen Leser schon schwer faßlich erschien, ist hier dadurch stärker kompliziert worden, daß Driesch die Terminologie seiner „Ordnungslehre" einführt. Mancher Leser mag ihm dies sicherlich verübeln, aber schließlich dürfte die „Philosophie des Organischen" nicht für flüchtige Lektüre bestimmt sein. Einfach mit Schlagworten abtun läßt sich nun einmal der Vitalismus auf keinen Fall, wenn auch nicht verhehlt werden soll, daß so manche Theorie des Vitalismus auf schwachen Stützen steht.

Es ist schwer, etwas über den Inhalt dieses letzten Teiles zu sagen. Jegliche Kritik daran wäre gewagt und würde sicherlich von jedem Leser Widerspruch erfahren, denn sie wäre zu subjektiv gehalten. So muß es aber jedem gehen, der sich ernsthaft hineinversenkt und den „Standpunkt" Drieschs zu verstehen sucht. Ein jeder aber, mag er ausgesprochenster Mechanist oder mag er Vitalist sein, muß Driesch das Verdienst zuerkennen, ein nachdrücklich strenges und klares Gedankensystem des Vitalismus geschaffen zu haben. Die Energie und die Begeisterung, mit der Driesch hier vorgegangen ist, ist zum mindesten der Achtung wert, andererseits aber auch sein heißes Mühen, die Gesamtheit alles menschlichen Wissens in ein „Eines" zu fassen. Das ist nach Driesch Liebe zur Weisheit, das ist Philosophie. Collier (Frankfurt).

Literatur.

Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie. 6. Aufl. Leipzig '21, Leopold Voß.

Wissenschaftliche Forschungsberichte. Naturwissenschaftliche Reihe. Herausgegeb. von Dr. Raphael Ed. Liesegang. Band III. Pummerer, Dr. R., Organische Chemie. Dresden und Leipzig '21, Theodor Steinkopff. 36 M.

Kaufmann, H. P., Lehrbuch der Chemie für Mediziner und Biologen. I. Anorganischer Teil. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner. 30 M., geb. 38 M.

Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner.

199: Trömmer, E., Hypnotismus und Suggestion. 4. Aufl.

Planck, Max, Physikalische Rundblicke. Leipzig '21, S. Hirzel. 20 M., geb. 30 M.

Mathematisch-physikalische Bibliothek. Leipzig '21, B. G. Teubner.

Band 5: Timmerding, H. E., Die Fallgesetze. 2. Aufl.

Auerbach, Felix, Raum und Zeit. Materie und Energie. Leipzig '21, Dürrsche Buchhandlung. 14 M., geb. 16 M.

Klaus, Dr. Alfred, Atome-Elektronen-Quanten. Die Entwicklung der Molekularphysik in elementarer Darstellung. Berlin '21, Winckelmann & Söhne. 15 M.

Inhalt: Fr. Nölke, Zur Kontraktionstheorie. S. 73. Chr. Schweizer, Der Darmkanal des Maikäfers. (4 Abb.) S. 78. H. Gams, Die Kulturpflanzen und Unkräuter der Wikinger. S. 81. — **Einzelberichte:** K. M. Schneider, Lichterscheinungen an fliegenden Vögeln. S. 85. G. Haberlandt, Embryobildung nach Verletzung der Fruchtknoten und Samenanlagen. S. 86. — **Bücherbesprechungen:** K. Kähler, Luftelektrizität. S. 87. A. Schau, Statik. Ders. Festigkeitslehre. S. 87. Beiträge zur Metallurgie. S. 87. H. Driesch, Philosophie des Organischen. S. 88. — **Literatur:** Liste. S. 88.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37 Band. | Sonntag, den 12. Februar 1922. | Nummer 7.

Danzig als Heimat des Bernsteins.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Paul Dahms**, Zoppot a. d. Ostsee.

Jeder Sturm, der den Seegrund aufwühlt, bringt Bernstein empor und treibt ihn gegen unsere Küste. Seit die Ostsee ihre Ufer und Wellen hat, ist das der Fall gewesen, und aufgelesen hat ihn der Mensch, seit er ihn beachtete und zum Schmuck für geeignet hielt.

Überall an der Südküste der Ostsee findet er sich als Auswurf des Meeres und im Dünensande vor. Ans Ufer geworfen, bleibt er dort ruhen, wird mit Sand bedeckt und bildet Lager. Sein geringes spez. Gewicht, das höchstens 1,08 beträgt, bringt ihn schon bei sanfter Strömung zum Schwimmen; ist er von Tangmassen umhüllt, so wird seine Fähigkeit, sich längere Zeit schwebend im Wasser zu halten, noch größer. Flaut die Strömung an unterirdischen Sandbänken oder anderen Erhebungen ab, so sinkt er zu Boden. Aycke schildert bereits anschaulich, wie der organische Auswurf des Meeres, das sog. „Mill" (Müll) an das flache Ufer geworfen und oft bei zurücktretenden Wasser dort zurückbleibt und vertrocknet, wie die sog. „Reffe" (Riffe, Sandbänke), welche dem Ufer parallel bis dicht unter die Oberfläche des Wassers emporsteigen, die Landung des Mills verhindern, wie gelegentlich aber auch die Wellen über diese Hindernisse hinweg einen Teil des Mills nebst dem Bernstein hinüberschleudern (3, S. 3, 4). — In der früheren Provinz Westpreußen waren allein 26 Abnahmebezirke für am Strande gefundenen Bernstein eingerichtet; im Gebiete des jetzigen Freistaats Danzig liegen nur noch 10 von ihnen (30, S. 53).

Das Niedersinken schwebenden Bernsteins in ruhigerem Wasser an Erhebungen auf dem Meeresboden gab Veranlassung zur Bildung von Legenden, die von unterirdischen Bernsteinadern erzählen. Eine solche war nach Aurifaber nahe bei Danzig in der Putziger Bucht. Dort glaubten sie die Fischer bisweilen bei ruhiger See auf dem Grunde des Wassers zu erblicken. Sie besaß die Form eines Rückens und glänzte von den vielen Bernsteinstücken. Leider könne man sie — wie es in der Beschreibung heißt — wegen ihrer Tiefe nicht ausbeuten. — Eine ähnliche Fabel erzählten freilich auch die Fischer an den Ufern des Samlands von ihren Gewässern dem Bischof Wigand. Daß es sich hier um ein bloßes Erzeugnis der Phantasie handelt, geht aus der weiteren Angabe hervor, an diesen Stellen im Wasser fänden sich die Fische ein, um den noch weichen Bernstein als Speise oder Arzenei zu verschlucken. Auch im Orzechower oder Szontag-See (Masuren) soll — wie 1841 berichtet wurde — 3 bis 4 m unter dem Wasserspiegel ein ähnlicher Bergrücken liegen. Im Glauben der Anwohner dieses Gewässers bleiben die Netze an dem „Bernsteinfelsen" oft hängen und bringen dann und wann größere Stücke von ihm mit glänzenden Bruchflächen in die Höhe (11). In allen diesen Fällen handelt es sich um bloße Fabeln, die von dem glühenden Wunsche beseelt sind, den wertvollen Stein zu erbeuten. Sie haben bei den Schriftstellern viel Nachdenken verursacht und zu der Auffassung geführt, daß auf dem Boden der Gewässer Quellen hervorbrächen, aus denen die Substanz des Bernsteins „wie der Asphalt im Toten Meere" flösse. Auch Sendel spricht noch von solchen offenen Bernsteinadern auf dem Meeresgrunde (28, § 39, S. 274, 275). Einen gewissen Kern finden diese Mutmaßungen in der Tatsache, daß Bernstein sich am Grunde von Gewässern in großen Mengen ansammeln kann. Auf sie ist der großartige Erfolg zurückzuführen, den die Baggerarbeiten in der Fahrrinne von Königsberg bis Memel, vorzugsweise bei Schwarzort aufweisen konnten.

Bemerkenswerte Lager sind auf der Nehrung, bei Heubude und Weichselmünde vorhanden. Die ersteren erwähnt bereits Aurifaber (2, S. Cy). Dagegen beschreibt Aycke solche von Weichselmünde nahe der See, 1,7—3,3 m unter dem Sandboden des angrenzenden Waldes. Er schildert sie als von recht beträchtlicher Ausdehnung und von gleicher Beschaffenheit wie bei dem Auswurf mit sehr vielen „Sprock" und Holzstücken (3, S. 7). Wie Bock berichtet, ließen die Danziger Bernsteinkünstler in dem ehemaligen Walde, der dort stand, graben, wenn der Stein am Strande nur spärlich gesammelt werden konnte; die Unkosten wurden ihnen bisweilen reichlich ersetzt (6 II, S. 184).

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde zwischen Heubude und Weichselmünde auf diese Weise viel Bernstein erbeutet (30, S. 51). Um das Jahr 1890 versuchte die Firma Daniel Alter auf diesem Gelände das Edelharz zu gewinnen. Als durch Bohrungen festgestellt war, daß unter dem Dünensande Bernstein in Nestern liege, wurde deren Begrenzung festgestellt und der Boden bis zum Grundwasserspiegel abgekarrt. Bagger hoben den Dünensand weiter heraus; das Material der bernsteinführenden Schicht wurde durch Siebe geworfen, um das Fossil von dem Sande zu trennen. Die Bernstein führende Schicht soll etwa 1—4 m unter dem Wasserspiegel gelegen haben (22, S. 11). Später wurde die Gewinnung hier eingestellt auf Grund einer Abmachung

zwischen dem preußischen Fiskus (Kgl. Bernsteinwerke) und der Stadt Danzig (30, S. 51).

Die älteste Art der Gewinnung des Bernsteins auf dem Strandsande der Danziger Nehrung ist von Aurifaber (2, S. Cy) beschrieben. Nach ihr benutzten die Arbeiter eine starke Stange, die vorn ein schaufelähnliches, scharfes Eisen trug. Mit ihm durchtasteten sie den Boden, der dem Eindringen bei seinem Gehalt an eingeschlossenen Seepflanzen und seiner dichten Packung Schwierigkeiten entgegensetzte. Trafen sie auf Bernstein, so konnten sie das durch eine eigentümliche Erschütterung der Stange mit ihren Händen wahrnehmen; dann gruben sie nach und holten ihn heraus. — Für das Gelände an der Danziger Bucht (sinus Codanicus) war nach Wigand (35, S. 23, 24) die Gewinnungsweise eine andere. Auch bei ihr wurde das Gelände, wie eben besprochen, abgetastet, der Bernstein aber nur dann durch bloßes Graben ans Licht geschafft, wenn er tiefer als mannestief lag. In anderen Fällen legten die Gräber eine Grube an, stießen von ihr aus zugespitzte Pfähle in den Boden, bewegten sie gewaltsam nach allen Seiten und rissen sie dann wieder heraus. Auf diese Weise trieben sie trichterförmige Löcher in den Sand, und was in deren Nähe an Bernstein war, kam hervor. Dann legte man Netze in die Grube, die sich mehr und mehr mit Wasser gefüllt hatte, bewegte sie hin und her und fischte mit ihnen heraus, was sich von ihm angesammelt hatte. — Interessant ist ein Vergleich dieses Verfahrens mit dem, das Daniel Alter 400 Jahre später anwandte; das letztere ist dem älteren fast vollkommen gleich, nur bediente es sich statt der hanfenen Netze solcher aus Metalldraht, wie sie von der Firma Stantien und Becker zuerst bei der Arbeit mit den Dampfbaggern bei Schwarzort mit Vorteil benutzt wurden.

Unter der Regierung des Markgrafen Georg Friedrich scheint in Ostpreußen der erste Versuch gemacht zu sein, nach Bernstein zu graben. Es war der Danziger Bernsteinschreiber Andreas Meurer, der am 1. Mai 1585 Erlaubnis erhielt, dort zu graben, wo früher das alte Lochstetter Tief gewesen war (12, S. 588, 589). Das Datum liegt zwischen den Jahreszahlen für die Veröffentlichungen von Aurifaber (1551) und Wigand (1590).

Bei der Gewinnung des Bernsteins mit Dampfbaggern bei Schwarzort handelte es sich um die Ausbeutung des großen Lagers, das sich unter dem Schutze der Nehrung angesammelt hatte und 4—10 m unter dem Haffspiegel lag. Es war dadurch entstanden, daß alle gegen die Küste gerichteten Stürme mit den Wassermassen auch den durch die aufgeregten Wasser schwebend erhaltenen Bernstein in den Windschatten zu drängen streben. Das Haff war ein Klärungsbecken, in dem sich Sand und Bernstein zu Boden senkten; beide sanken um so leichter zu Boden, als das Seewasser im Bereiche des Haffs brakisch geworden und ein niederes spez. Gewicht angenommen hatte. — Bei Brüsterort, wo die Gewinnung des Bernsteins durch Taucher etwa 10 Jahre hindurch blühte, hatte sich unter dem Schutz großer Blöcke ebenfalls eine Art Klärbecken gebildet. Bei der Zerstörung des Vorgebirges durch die Brandung waren diese aus dem Grundmoränenschutt herausgewaschen und mehrere hundert Meter weit in der See liegen geblieben. Dort hielten sie zurück, was an Bernstein aus dem zerwaschenen Boden oder von anderen Stellen ans Ufer gebracht wurde (17, S. 42—44). Diese Tatsachen sind von Bedeutung, wenn man in Betracht zieht, daß gerade das Danziger Ufer als Fundstelle für Bernstein erwähnt und bis in die jüngste Zeit hinein ausgebeutet wurde. Sicherlich hat Hela einen Einfluß auf die Ansammlung gerade an dieser Stelle, wenn auch nicht in Abrede gestellt werden soll, daß der Eintritt der Ostsee in die Danziger Bucht im Vergleich mit den Tiefs der beiden Haffe eine viel zu große Öffnung aufweist, um einen hinreichenden Schutz gegen das bewegte Wasser bieten zu können. Der Salzgehalt ist ferner kaum so erheblich, daß er von irgend welcher deutlich wahrnehmbaren Wirkung auf das Niedersinken schwebender Körper sein dürfte, immerhin ist er vor Hela rund $^1/_3$ mal so hoch wie in unserer Bucht.

Ein Einfluß auf die Ansammlung wird aber keineswegs vollkommen abzulehnen sein, schon aus dem Grunde nicht, weil jede Ausbuchtung an den Küsten sammelnd wirkt; außerdem mag auf die Tatsache hingewiesen werden, daß nach jedem Sturm am Danziger Strand die Beute an Bernstein gerade dann als besonders reichlich angesehen wurde, wenn der Wind aus Nordwest und West blies; so daß dann die Wellen in der Danziger Bucht eine weniger bewegte Stelle antreffen, wo sie das von ihnen mitgeführte Gut absetzen können (3, S. 3).

Der einzige Weg, den Bernstein hier zu gewinnen, war der, ihn zu sammeln oder aus dem Sande herauszugraben; ein Schöpfen mit Keschern wurde nie betrieben (35, S. 16; 28, S. 275).

Da der Strand in früheren Zeiten fast der einzige Ort war, an dem Bernstein gefunden wurde, so suchte man ihn vor unberufenen Besuchern zu sichern. Schon zu Wigands Zeiten waren am Strande Galgen aufgerichtet, um Diebe zu hängen, die man bei der Tat antraf. Ebenso wie auf die Anwohner des Strandes wurde eine strenge Aufsicht über alle geführt, welche ihres Gewerbes wegen an den Strand kamen. Der Bernsteineid, ein besonderes Strand- und Bernsteingericht, zeitweise Einrichtung einer Zivil-Jurisdiktion an die Strandpächter, körperliche und Geldstrafen bezweckten, die jährlichen Einnahmen zu vermehren, bis seit ungefähr 100 Jahren erträglichere Verhältnisse platzgreifen (12, S. 589 ff.; 30, S. 51, 52 Anm.).

Für unser Gebiet übersteigt die jährliche Ausbeute der See die an gegrabenem Bernstein, was die Menge angeht, bei weitem; dagegen ist der

Wert des letzteren bedeutend höher, weil er größere Stücke liefert, dann aber auch eine wertvollere Beschaffenheit hat. Wie Aycke (1835) schätzt, ist sie „ungleich höher anzunehmen, . . . als eine 10 und mehrfache Menge des See-Bernsteins überhaupt betragen dürfte" (3, S. 1).

Im Samlande sind wiederholt Versuche gemacht worden, das Gold der Ostseeküste in regelrechtem bergmännischen Betrieb zu gewinnen, doch erst im Jahre 1875 hatte man nach manchem Mißerfolg damit Gelingen. Für Danzig und seine Umgegend fallen solche Versuche natürlich fort. In weiterer und geringerer Entfernung vom Strande, in geringer Erhebung über dem Meeresspiegel und auf den Höhen hat man mehr oder weniger tief im Diluvium und Alluvium nach dem Stein gegraben. Meist wurde ihm von 5 bis 6 Bauern, die ohne jede Kenntnis der Verhältnisse und ohne Führung ihr Glück versuchten, nachgespürt. Je nachdem sie auf Spuren von fossilem oder subfossilem Holz, Wurzeln und Bernstein trafen, folgten sie den gegebenen Spuren und gingen der sog. Ader nach oder sie wiederholten den Versuch an anderer Stelle (3, S. 12—14). Um in eine genügende Tiefe hinabzukommen, legten sie aus Brettern in bestimmten Höhen abwechselnd Bühnen an, von deren unteren der losgelöste Boden zu gegenüberliegenden nächst höheren befördert wurde. Bei der Willkür der Anlage geschah es verhältnismäßig oft, daß die Wandungen der Grube den Halt verloren und die Gräber verschütteten. Besonders auf den Höhen im Südwesten von Danzig waren solche Anlagen früher in Betrieb bei Klein Kleschkau, Rosenberg, Klempin, im Bankauer Wald (sämtlich im Kreise Danziger Höhe) und — weiter abgelegen — in der Tucheler Heide (30, S. 50). Zaddach gibt eine eingehende Beschreibung von den ehemaligen Bernsteingräbereien bei Steegen und Leba im Alluvium, bei Gluckau (Danz. Höhe), Karthaus, Treten und Rohr (nördlich von Rummelsburg), sowie in der Tucheler Heide im Diluvium (36, S. 3—12).

Die bekanntesten primitiven Bernsteingräbereien stehen mit denen Danzigs in einer gewissen Beziehung. Sie liegen am Südfuße des Uralisch-Baltischen Höhenzuges in den masurischen Kreisen Ortelsburg und Johannisburg, im alten Sudauen, dort wo vor dem Rande der einstigen Inlandseisdecke der gewaltige Sander beginnt und sich weit nach Polen hineinzieht: bei Ortelsburg, Willenberg und Johannisburg. Der Stein kommt hier in zahlreichen Nestern in 1—3 m Tiefe vor; die Mächtigkeit der Bernstein-führenden Schicht schwankt zwischen 0,3 und 1 m. Der meiste sog. „Blaue" oder „Russische Bernstein", der sehr hoch geschätzt ist, stammt hierher. Sein Abbau reicht mit Sicherheit bis in die graue Vorzeit zurück (15, S. 68, 69; 17, S. 41, 42). — Caspar Schütz (1592) erzählt, daß nicht weit von dort, wo jetzt Danzig steht, der Ort Wike gelegen hätte; in ihm hätten Fischer und Krüger in ziemlicher Anzahl gewohnt. Diese tauschten mit den „Sudawischen Preußen" seit alters Fische gegen Bernstein aus (25, S. 7, 8). Es ist verhältnismäßig schwer zu verstehen, wie diese Handelsbeziehung zu denken ist, besonders wenn man sich vorstellt, daß der Transport wohl ausschließlich zur See erfolgen mußte, und dann für die Sudauer nichts näher lag, als von den nächsten Küstenbewohnern die Fische zu beziehen. Eine Aufklärung erfährt die gemachte Angabe dadurch, daß an der samländischen Küste Danziger Fischer beschäftigt waren. Der Orden hatte ihnen nach der Eroberung des Landes das Sammelrecht im Jahre 1312 abgetreten, später ging dieses (1342) an das Kloster Oliva über (33, S. 8), doch werden die mit dem Sammeln betrauten Leute von den Bewohnern des Innenlandes wohl auch weiterhin als Danziger bezeichnet worden sein. Von Beruf Fischer, gaben sich diese dem Fischfang mit Eifer außer zu ihrer Ernähung hin, wenn in ruhiger Sommer- oder Winterzeit die See keinen Bernstein auswarf. Dann benutzten sie die gemachte Beute zu Handelszwecken und tauschten sie gegen den Bernstein der Sudauer im Binnenlande aus. Die Erträge der dortigen Gräbereien waren nicht unbedeutend; sie betrugen noch zwischen 1812 und 1838 durchschnittlich für eine Grube, an der 6 Mann 5 Tage lang gearbeitet hatten, etwa 45—100 Reichstaler (17, S. 42).

Es muß hier bemerkt werden, daß man etwa $2^1/_2$ Jahrhunderte später bereits das Samland (Sambia) als den Sudauern gehörig ansah. Aurifaber (2, S. Cuj) gibt 1551 an, daß an diesem Strande 7 Buchten (Wicken) seien. Je nach Gelegenheit wehten die Stürme in die eine oder andere hinein und brächten Bernstein mit; eine Windrichtung allein käme nicht für alle in Betracht. Auch Wigand erwähnt (1590) das sudauische Gestade im Samland.

Daß Bernstein als eine Harzbildung anzusehen ist, wurde bereits von Aristoteles, Plinius und Tacitus ausgesprochen. Die vielen bis ins feinste erhaltenen Einschlüsse weisen auf seine ursprünglich flüssige Beschaffenheit hin. Nadeln von Fichten, bzw. Tannen, Holzsplitter und andere Reste von diesen und von Laubbäumen, sowie weitere Reste aus dem Pflanzenreich sprechen dafür, daß er sich an der Luft und nicht im Boden bildete, besonders auch der Umstand, daß man Holz- und Rindenreste von ihm durchdrungen fand. — Dieser Auffassung gegenüber machte sich später um das Jahr 1563 eine andere geltend. Sie behauptete den mineralischen Ursprung und stützte sich darauf, daß Bäume, die den Bernstein hervorbrächten, nirgends anzutreffen seien und seine wahre Heimat im Schoß der Erde zu suchen wäre. Die Fabeln von den unterirdischen Höhenrücken, die man in der Tiefe des Wassers zu sehen meinte, gaben dieser Ansicht eine gewisse Stütze. Man übersah dabei, daß das fossile Harz Körper umschloß, die sich nicht in der Erde oder im Meere, wohl aber in Wäldern mit Nadelhölzern bilden konnten.

Die Einschlüsse von Insekten sollten dadurch zustande gekommen sein, daß diese Tiere bei eintretender Kälte sich in den Boden verkröchen und während des langen Winterschlafes hier von einer Art Erdöl umflossen würden. In solche Tiefen, wo der Bernstein gefunden wird, vermögen aber die Insekten oft nicht vorzudringen. Bei dem trefflichen Erhaltungszustande dieser Einschlüsse muß man wegen ihrer Lage, Ausbildung und anderer Umstände ferner annehmen, daß sie nicht schlafend von der konservierenden Flüssigkeit umsponnen wurden. Eine Erklärung für die vollkommene Nichtachtung der Inklusen liegt darin, daß man sie lange Zeit als bloße Naturspiele ansah. Diese Auffassung wäre zu verstehen gewesen, hätte man andererseits nicht auf solche Einschlüsse Gewicht gelegt, die tatsächlich als Naturspiele bezeichnet werden können: Es sind das Sprünge, die durch Spannungsunterschiede im Inneren des Bernsteins zustande kommen, meist goldig glänzen und bald wie Pflanzenreste, besonders wie Moose und Tange aussehen, bald an Federn erinnern oder die Form von Rosetten haben. Wo sie kreisrund sind, meinte man Schuppchen und Blättchen, sogar Münzen von Gold, wo sich ihnen Markasit infiltriert hatte, Erze in ihnen zu sehen (10, S. 194, 217). Metall- und Erzproben konnten nur im Boden entstehen, und damit meinte man festgestellt zu haben, daß der Ursprung des Bernsteins nur dort gewesen sein könne.

Weiteres Beweismaterial dafür, daß Bernstein nicht durch ausgeschwitztes Erdharz oder flüssiges Erdöl gebildet wurde, liefern die unzähligen Tropfstücke, sowie die zapfenförmigen und schlaubigen Stücke; sie verlangen zu ihrer Entstehung, daß das Material, das sie bildete, sich — hängend oder aus einer Unterlage fließend — von oben nach unten bewegte. Die Möglichkeit zu derartigen Bildungen liegt in der Erde nicht vor.

Später hat Linné in seiner „Reise durch Schonen" (6 II, S. 256) die Möglichkeit der Entstehung des Bernsteins aus Harz angedeutet, doch erst der Russe Lomonossow konnte in einer zu Petersburg vor der Akademie gehaltenen Rede (1757) klar und überzeugend zum Ausdruck bringen, daß Bernstein allein als fossiles Harz aufgefaßt werden könne. Erst hiermit kam es zu einem abermaligen Umschwung in der Auffassung von der Entstehung des Bernsteins, zurück zu der, wie sie vor fast 2 Jahrtausenden bereits von den Alten zum Ausdruck gebracht war. Auch hinsichtlich der Mutterpflanze kehrte man schließlich zu der Annahme des Plinius zurück, daß Nadelhölzer allein in Frage kämen, nachdem man vorher an Eichen, Erlen, Ölbäume, Palmen, Pappeln, Weiden, Rhamnus-Arten und andere Gewächse gedacht hatte.

Die Heimat des Bernsteins suchte man in Norwegen, Schweden, auf Öland, Gotland und anderen Inseln; man nahm sogar an, daß seine Mutterpflanze noch gedeihe. Dieser Auffassung war mit dem Zweifel zu begegnen, ob die Nadelhölzer an den nördlichen Gestaden so viel Harz auszuschwitzen vermöchten, als von der preußischen See ausgeworfen würde. Ebensowenig war zu verstehen, wie der schwedische Bernstein in die Berge und über das ganze Land gekommen sei (6, S. 256). Auch Preußen, besonders das Samland, und unsere Ufer hat man als Entstehungsstätte des Bernsteins angesprochen. Dort wo man keine Wälder fand, wies man sie aus früherer Zeit nach und gab auch den Grund für ihr Verschwinden an. Diesen Annahmen gegenüber sprachen sich Bock und John dahin aus, daß solche Wälder nur in der Einbildung beständen, daß Bernstein nicht überall dort gebildet werde, wo Nadelhölzer am Meeresufer gediehen, daß er aus Pflanzen hervorgegangen, die nicht mehr existierten, und daß seine Entstehung in die älteste Zeit zurückzuverlegen sei (6 II, S. 256, 257, 282, 283, 295, 256; 14, S. 159).

Vergleicht man den Charakter der Wälder allein in verschiedenen Teilen Deutschlands, so findet man, daß in den einen ein bestimmtes Nadelholz vorherrscht, in anderen je nach den äußeren Umständen wieder ein anderes; auch der Bernsteinwald muß eine örtliche Verbreitung gehabt haben. Sein Boden bestand viele Jahrtausende hindurch, und sein durch Krankheitserscheinungen gesteigerter Harzerguß häufte von zahlreichen Baumgenerationen große Massen künftigen Bernsteins an. Er versank im Laufe der Zeit in die Fluten des Meeres und setzte während der Tertiärzeit aus seinen Bestandteilen und den Harzmassen die Bernsteinerde ab.

Die Lage des Bernsteinwaldes hat man festzulegen versucht. Nach Berendt und Klebs grünte er auf einem Festland, das sich südlich von Skandinavien etwa bis zum 55° nördlicher Breite hinzog und auch über das Gebiet der heutigen Ostsee erstreckte; teilweise lag er nördlich vom heutigen Samland. — Die hauptsächlichste Ablagerungsstelle für die Trümmer dieses Waldes ist die Blaue Erde des Samlandes, und dieses hat lange Zeit für die einzige Stätte gegolten, an der Bernstein auf primärer Lagerstätte abgesetzt war. Später konnte man die Tatsache feststellen, daß der nordische Bernstein sehr weit verbreitet ist, vorzugsweise in den Ländern, die der Ost- und auch der Nordsee benachbart sind; dabei gilt Norfolk in England als Westgrenze überhaupt, die Ostgrenze liegt nahe am Ural bei Kaltschedansk unweit Kamensk. Auf Jütland und fast allen dänischen Inseln, einschließlich Bornholm, findet er sich im Diluvium, ferner kommt er auch in den schwedischen Provinzen Schonen und Halland, sowie auf der Insel Öland vor. Man hat ihn also wunderbarer Weise später dort antreffen können, wo man früher seine Heimat vermutete.

Die weite Verbreitung und das massenhafte Vorkommen in manchen Gegenden lassen sich nicht allein durch einen längeren oder kürzeren Transport während der Eiszeit erklären, obgleich an mehreren Stücken deutliche Spuren einer solchen Wanderung in Form von Schrammen zu erkennen

sind. Man muß annehmen, daß die bernsteinführenden Schichten früher eine größere Verbreitung hatten. Grünsandschollen mit Bernstein, Grünsande, die nach ihrer Beschaffenheit mit dem Material des samländischen Oligocäns durchaus übereinstimmen, Anhäufungen von Bernstein an verschiedenen Orten in zentnerschweren Massen weisen darauf hin, daß sie einer Ablagerung ihren Ursprung verdanken, die nicht weit von ihrem Fundorte entfernt lag (9, S. 175, 176; 17, S. 41). Von den ursprünglichen Ablagerungen zur Tertiärzeit sind später vom Inlandeise während des Diluviums mächtige Schollen aufgenommen, verschleppt und in die Grundmoräne übergegangen, aus der sie stellenweise hervorragen. Sie und zerstörte Schichten des vordiluvialen Untergrundes liegen dort vor, wo man mit Vorteil mittels Gruben Bernstein erbeutet. — Unteroligocäne Bildungen finden sich nahe bei Danzig in Nenkau und Schüddelkau (30, S. 42).

Aus dem Gebiete der Pommerellischen Herzöge wissen wir, daß bereits vor der Ankunft des Ordens in Preußen eine Art Bernsteinregal ausgebildet war. Sie erkannten, daß die Nachfrage nach ihm größer war als sein Bestand, und daß er damit ein bedeutender Handelsgegenstand werden würde. Deshalb verliehen sie an einzelne Untertanen das Recht des Bernsteinsammelns, während sie für sich selbst das Recht des Kaufs des gewonnenen Bernsteins ausbedungen hatten. Es waren das die ältesten Formen des Regals und Monopols, die sich mit geringen Abweichungen bis in die jüngste Zeit erhalten haben. — Die Schenkungsurkunde Conrads von Masovien (1230) und die kulmische Handfeste erwähnen Bernstein nicht, dagegen führen sie Gold und Silber, jede Art Erz oder Metalle und Edelsteine auf. Es war dem Orden, bevor er an die Eroberung Preußens ging, ohne Zweifel ganz unbekannt, ob sich im Lande Metalle auffinden ließen oder Bergwerke anzulegen seien. Er hatte sich deshalb von Kaiser Friedrich II. das Bergwerksrecht erteilen lassen und machte Kraft dieser kaiserlichen Verleihung in der Kulmer Handfeste die Auffindung der Metalle und Bergwerke als sein Regal geltend. Wo irgendwelche Funde an Metallen gemacht wurden, betrachtete der Orden deren Gewinn als sein gutes Recht. Deshalb behielten sich auch die Ordensgebietiger sowohl wie die Bischöfe in ländlichen Verschreibungen die Auffindung aller Metalle immer ausschließlich als Regal vor (34, S. 629). Die Eroberung der einzelnen Gaue des neuen Landes nahm vorläufig die ganze Tätigkeit des Ordens in Anspruch. Doch gleich nach der Erwerbung des Samlandes trat er in gleicher Weise, wie früher die Pommerellischen Herzöge, das Sammelrecht an einzelne seiner Untertanen ab, zuerst 1264 an den Bischof von Samland; 1312 kam das Vorkaufsrecht des Ordens hinzu. — Eigentümlich ist es, daß auch in den Schenkungs-, Verkaufs- und Verleihungsurkunden Pommerellens von den Herzögen Mestwin und Sambor von Pommern und Markgraf Waldemar von Brandenburg aus der Zeit von 1266—1310 der Bernstein nirgends ausdrücklich erwähnt wird. Man sicherte sich freilich die Bodenschätze, indem man sie ausdrücklich in solche unterschied, die über oder unter der Erde und im Wasser gefunden würden, und in solche, die jetzt oder in Zukunft gefunden würden (21, S. 176, 274, 282, 308, 353, 372, 373, 388, 603).

Die Geschichte des Bernsteinregals in Preußen ist von W. von Brünneck, H. L. Elditt und W. Tesdorpf behandelt worden. Auf das große Gebiet irgendwie näher einzugehen, ist hier nicht möglich. Soweit Beziehungen zu Danzig vorliegen, sei erwähnt, daß Markgraf Albrecht 1518 mit Kaufleuten aus Königsberg, Danzig und Lübeck einen Vertrag abschloß, der von den Lieferungen des rohen Bernsteins an sie handelte (12, S. 585). Bemerkenswerter ist ferner der Kontrakt mit den Kaufleuten Jasky in Danzig und Genossen, der vom 18. Dez. 1533 bis zum 21. Febr. 1647 dauerte (12, S. 586—592). — Bei seinem Abschluß hatte man sich gedacht, daß er ewig währen sollte, doch stellten sich bald Schwierigkeiten heraus. Als nämlich die Ausbreitung der Reformation durch den verminderten Absatz des sog. geringen Steins zu Räucherwerk und zu Rosenkränzen die Pächter schädigte, scheinen sie trotz ihres Pfandes von 1000 Mark den Vertrag gekündigt zu haben. Der Markgraf schloß darauf einen anderen, setzte die Preise fest und versprach, daß diese fallen sollten, wenn die Kauflust noch mehr abnähme. Es war aber nicht vorgesehen, daß die Pächter eine größere Summe zu zahlen hätten, wenn der Bernstein im Preise stiege. Diese Unvorsichtigkeit rächte sich, als die in Peru entdeckten Silber-Minen Europa mit diesem Edelmetall überschütteten und dadurch den Wert des Geldes und die Preise der Waren sich änderten. Schließlich konnten die Unkosten der Verwaltung kaum gedeckt werden, und Markgraf Georg Friedrich behielt deshalb zuerst den groben, dann allen Bernstein zurück, um ihn an den Meistbietenden zu verkaufen. Die Jasken hatten aber vorsichtigerweise ihren Kontrakt vom König von Polen bestätigen lassen und kamen mit großer Beschwerde bei ihm ein. Von dem Kontrakt wollten sie nicht zurücktreten, da sie im Voraus bezahlt hatten und wegen ihres Bernsteinhandels, den sie bis in die Türkei, Persien und sogar bis Indien ausgebreitet und mit großen Kosten in vielen Städten eingerichtet hatten. Es kam zu einer neuen Vereinbarung, doch auch diese brachte nicht den gewünschten Vorteil für die Preußischen Fürsten. Der oft erwähnte Kontrakt war Schuld daran, daß die Einnahmen sich von Jahr zu Jahr verschlechterten; in einigen Jahren überstiegen die Verwaltungskosten sogar die Einnahmen. Endlich gelang es dem Großen Kurfürsten unter Zahlung von 40000 Talern ihn zu lösen. Später kam es unter seiner Regierung bereits zu einem Kontrakt mit den Bernsteindrehern in Danzig, die während der Zeit des Pachtvertrages

mit den Jaskis von diesen ständig und hart gedrückt waren. —

Früh setzte auch das Suchen nach der Heimat des Bernsteins ein. Die alte, von vielen Dichtern behandelte Fabel von Phaëton, der den Wagen mit den Sonnenrossen seines Vaters nicht zu lenken vermag und, von Jupiter mit dem Blitz erschlagen, in den Eridanus geschleudert wird, bot einen geeigneten Ausgangspunkt für Mutmaßungen der verschiedensten Art. Man hoffte den Ort ausfindig zu machen, wo die in Bäume verwandelten Nymphen den Tod ihres Bruders beweinten und Tränen aus Bernstein in den Fluß fallen ließen.

Woher der Name dieses Flusses stammt, ist unbekannt. Vielleicht handelt es sich um eine phönizische und karthagische Bezeichnung, die übersetzt wurde. Als die Griechen sich mit ihrer Schiffahrt noch in den Anfängen befanden und sie nur in dem östlichen Teil des Mittelländischen Meeres betrieben, vermuteten sie den Eridanus im Westen, wohin die Schiffe der unternehmungslustigen östlichen Völker fuhren. Zuerst sah man ihn hauptsächlich im Po, dann im Rhonestrom. Hierher kam der Bernstein auf Handelsstraßen längs der größeren Flußläufe von Norden her. Später waren auch andere Gegenden im Norden des östlichen Mittelmeeres Ausmündungsstellen solcher Handelsstraßen (16, S. 17, 18), auf denen Güter von Volk zu Volk südwärts weitergegeben wurden. Als man am Mittelmeer vergeblich nach Bernsteinbäumen Umschau gehalten hatte, die Griechen ihre Fahrten über das ganze Gebiet dieses Gewässers erstreckten und Carthager und Massilier sich über die Säulen des Herkules hinauswagten, verlegte man den rätselhaften Fluß in die nördlichen Teile von Europa. Von dem Eridanus bei Athen um den ganzen Erdteil herum bis zur Düna hat man nach ihm gesucht. — Was von der Geheimnistuerei phönizischer Seefahrer erzählt wird, ist nur mit Vorsicht zu glauben; wahrscheinlich ist mit dem Namen gar keine bestimmte Stelle gemeint, sondern nur ein Ort, an dem man je nach den Verhältnissen die Ware gewinnen konnte und dessen Bezeichnung sich auch auf andere weitervererbte.

Mehr Glück hatte man beim Suchen der gläßarischen Inseln oder Elektriden, die Britannien gegenüber im germanischen Meere liegen sollten. Nach vielen Bemühungen, bei denen man nicht davor zurückschreckte, sogar in Halbinseln diese Inseln wiederzuerkennen, fand man sie schließlich in denen, die sich längs der ganzen Westküste der jütischen Halbinsel hinziehen (19, S. 9, 10). Bei diesen Betrachtungen drängt sich immer störend die Annahme in den Weg, daß Preußen allein das Bernsteinland sein könne; wenn seine geographische Lage den gestellten Forderungen nicht entsprach, so nahm man einfach an, daß sie in früheren Zeiten eine andere gewesen sei (13, S. 17, 18), und gab sich dem Glauben hin, daß die Phönizier auf ihren Fahrten trotzdem bis nach Preußen gekommen seien.

Der Begründer der historischen Erdkunde und erste große Geograph vom alten Deutschland Philipp Clüver (Cluverius), geb. 1580 in Danzig, dem ein anderes Vaterland des Bernsteins noch nicht bekannt war, sah die Werder in der Weichselmündung für die Elektriden der Alten und die kleine Radaune bei seiner Vaterstadt für den Eridanus an. Die späteren stützten sich zum Teil auf seine Angaben, während andere sie zu widerlegen trachteten (7, S. 128, 137; 13, S. 18—24; 19, S. 8, 9). Tatsächlich hatte seine Theorie sehr viel für sich: Die Werder werden im Lateinischen als „insulae" bezeichnet, vor ihrer Eindeichung während der Jahre 1283—1299 (6 I, S. 418. 419) bildeten sie ein „aestuarium", d. i. ein flaches Gelände, das zeitweise überspült wurde, dann wieder trocken lag; hier fand das Sinken und Steigen des Wassers freilich nicht täglich, sondern nur im Wechsel der Jahreszeiten statt. Hatte man bereits in der Weichsel den Eridanus vermutet, so lag es nahe, durch die Übereinstimmung in den Namen Eridanus und Radaune eine Bestätigung für die Annahme zu sehen. Sicher haben die Fundstellen für Bernstein gerade an der Mündung der Weichsel dazu beigetragen, in ihr und ihren Zuflüssen den Bernsteinstrom der Fabel zu sehen. Man konnte vermuten, daß der Strom das kostbare Material der See zuführte, die es dann an den Strand warf. Daß aber die Weichsel Bernstein mit sich führt, wird von verschiedenen Schriftstellern angegeben, so von Hartmann 1677 (13, S. 26), Biörn 1803 (5, S. 32) und Aycke 1835 (3, S. 12). Als Ort seiner Herkunft wird Polen genannt; doch auch das linke Stromufer könnte ihn geliefert haben, wo er reichlich im Boden verteilt ist und darauf hinweist, daß im nordwestlichen Teil Westpreußens tertiäre bernsteinführende Bildungen vorhanden gewesen sind oder noch vorhanden sein müssen. Durch die Diluvialgletscher sind ungeheure Mengen von Tertiär aufgewühlt, den Moränen einverleibt und durch die Schmelzwasser fortgeführt. Bernstein ist deshalb durch das ganze norddeutsche Diluvium verbreitet und kann überall in kleinen Mengen angetroffen werden.

Noch ein anderer Danziger, der Sekretär des Rates Reinhold Curicke, versuchte in seiner Chronik (1687; S. 3, 34, 35) den Ruhm seiner Vaterstadt auf griechische und römische Schriftsteller zurückzuführen; wie Clüver in der Radaune, so wollte er in der Weichsel und der Radaune den Eridanus der Alten wiedererkennen. Einen Schritt weiter ging der Danziger Schöppenmeister Joh. Uphagen. Er griff die Fabel von der Fahrt der Phönizier bis nach Preußen auf und spann sie weiter aus. In seinen „Parerga historica" (1782) spricht er mit Stolz von seiner Vaterstadt; auch für ihn ist die Radaune zweifellos der sagenhafte Eridanus, und eine angebliche Kolonie der Phönizier, Scurgon, verlegt er nach Hela. Diese

Auffassung ist deshalb von Bedeutung, weil sie zeigt, daß die Bernsteininseln für ihn nicht mehr in den künstlich umhegten Weichselwerdern gesehen wurden, vielmehr in der Inselreihe, in welche die Halbinsel Hela wiederholt auf kurze Zeit zerfallen ist. Durch Unterbrechungen, welche teils die Natur bei Überspülungen (Sturmfluten) und andererseits der Mensch hervorriefen, stellte sie sich gelegentlich als aus mehreren Einzelinseln zusammengesetzt dar. — Nordstürme füllen die Durchlässe zwischen ihnen mit Wasser, bei ruhiger See sind sie mit Sand gefüllt. Der Sandstrom, der im Wasser an der Küste entlang läuft, und Flugsand schließen solche Durchbrüche jedesmal kurz nach ihrer Entstehung.

P. Sonntag führt 20 ältere Karten von Hela an; von ihnen stellen 6 Hela als Inselreihe dar, und von diesen weisen 4 je 5 und 2 je 6 Durchlässe auf. Er berichtet sogar über einen Plan, der von Großendorf bis Putziger Heisternest 45 Unterbrechungen aufweist und aus dem Jahre 1694 stammt (19. S. 17; 29, S. 36, 37, 39, 40; 31, S. 128*). Es ist wohl anzunehmen, daß die Teilstücke, die sich bei Nordwinden immer wieder zeigen, bei Uphagen den Gedanken wachriefen, in ihnen lägen die Elektriden vor.

Der Elbinger Arzt Nath. Sendel vertritt ebenfalls die Meinung, daß Preußen das alte Bernsteinland sei. Aus seinen Schriften zeigt sich, daß er noch vollständig unter dem Banne der Autorität von Albertus Magnus steht, der die Entstehung des Bernsteins unter der Erde sich abspielen läßt. —

In dem Zeitraum seit den ältesten Zeiten bis zum Einfall der Sarazenen in Europa (642) haben mehr als 33 Schriftsteller über die Entstehung dieses Minerals Angaben gemacht. Von ihnen sind 25 für seine Herkunft aus dem Pflanzenreich, 3 aus dem Tierreiche; 5 lassen ihn auf andere Weise gebildet werden: aus dem Meeresschaum, durch Einwirkung der Sonne auf das Meer oder dessen Schlamm oder als ein Produkt der Erde (Plato). Die Auffassung von seiner vegetativen Natur überwiegt also die anderen um mehr als das Dreifache.

Im Jahre 1563 sprach Albertus Magnus in seinem Werke „De rebus mineralibus et rebus metallicis" die Ansicht aus, daß das Succinum eine Art Gagat oder Katabre sei. Es werde an das Meeresufer Libiens oder Britanniens und Teutoniens angespült; vorzugsweise finde er sich in England. Diese Meinung des großen Gelehrten, daß Bernstein eine Art Gagat sei, wurde für die Folge herrschend; sie gab u. a. zu dem Glauben Veranlassung, daß es auch schwarzen Bernstein gebe (14, S. 45, 46, 188, 199). — Bis zur Rede des Mineralogen Lomonossow im Jahre 1757 und Bocks eingehenden „Versuch einer kurzen Naturgeschichte des preußischen Bernsteins und einer neuen wahrscheinlichen Erklärung seines Ursprungs" im Jahre 1767, die überzeugend für die Herkunft des Bernsteins aus dem Pflanzenreiche eintraten, zähle ich 48 weitere Arbeiten, die Angaben über seinen Ursprung machen. Der Persönlichkeit des Albertus Magnus ist es wohl zuzuschreiben, daß sich seit dem Maureneinfall nur 13 Schriftsteller für den vegetativen, dagegen 29 für den fossilen Ursprung entscheiden, während die 6 anderen ihn aus dem Meeresschaum, der Fettigkeit der See, aus dem Schaum von Walen und Seehunden, in Fischen und aus dem Honig entstehen lassen. Sieht man von diesen zuletzt genannten vereinzelten Hypothesen ab, so findet man, daß die Zahl der Anhänger einer mineralogischen Entstehungsart um das Doppelte die für eine pflanzliche überwiegt.

Sendel kam durch eigenartige Umstände dazu, von seiner ursprünglichen Auffassung abzuweichen. Er wurde mit der Beschreibung der großen Bernsteinsammlung betraut, die August der Starke im Dresdner „Grünen Gewölbe" aufbewahrte, und die später ein Raub der Flammen wurde. In seinem berühmten Werke „Historia succinorum corpora aliena involventium" beschreibt er sie nach dem Stande des damaligen Wissens (1742) und bildet viele Stücke ab (17, S. 48; 18, S. 218). Für uns ist es von besonderem Interesse, daß die Sammlung wohl ausschließlich aus Danziger Erwerbungen hervorgegangen ist und daß Sendel sich bei der Abfassung seines Werkes vielfach mit Danziger Gelehrten in Verbindung setzte und auf ihre Ansichten Bezug nahm.

Der Orden hatte das Verbot erlassen, daß kein Bernsteindreher oder Ankäufer sich am Strande blicken lassen dürfe; dieses wurde später auf alle herumziehenden Gewerbetreibenden, ja sogar auf Spaziergänger ohne Paß ausgedehnt und mit Strafen belegt. Um Diebstahl und Betrügereien zu unterbinden, suchten der Orden und die ersten deutschen Herzöge die Bernsteinzünfte möglichst weit vom Fundorte des Materials fern zu halten. Es ist deshalb kein bloßer Zufall, wenn sie erst langsam mit der Zeit von Westen nach Osten vorrückten. Von der ältesten in Brügge schritt ihre Entstehung über Lübeck weiter nach Stolp, Kolberg, Danzig, Elbing nach Königsberg. — Erst nach dem Niedergang der Blüte des Ordens ertrotzte die Stadt Danzig etwa um 1477 sich das Recht, eine eigene Bernsteindreherzunft zu haben. In Königsberg wurde erst etwa 200 Jahre später, 1641, eine solche vom Großen Kurfürsten ins Leben gerufen. Trotzdem nahe bei Königsberg das eigentliche Bernsteinland ist und trotz seiner Universität trat es erst später in den Vordergrund (33. S. 9, 21, 23, 24, 35, 36). Danzig besaß in früherer Zeit außerdem dadurch hohe Bedeutung, daß es eine Zeitlang Vorort für die Zünfte Stolp, Kolberg und Elbing war.

Als Sendel das Dresdener Bernsteinkabinett beschrieb, ließ er sich besonders von dem Danziger Stadtsekretär Klein teils Originalstücke, teils Zeichnungen nach Dresden schicken. Ferner benutzte er Stücke von verschiedenen anderen Danziger und von Königsberger Naturforschern.

Die seinem Werke auf Tafeln beigegebenen Kupferstiche stellen die seltensten Stücke aus dem Dresdener Schatz in natürlicher Größe dar; die Zeichnungen für sie stammen von der Hand eines Danziger Schulmanns (6 II, S. 630—632). — Wie sehr er davon überzeugt ist, daß das Material zu seiner Arbeit am Strande Preußens oder bei Danzig selbst entstanden ist, geht aus verschiedenen Angaben, besonders solchen für die Pflanzen, hervor. Diese konnten — wie er meint — nur dann eingeschlossen werden, wenn sie in größter Nähe des Meeres, zum wenigsten auf preußischem Boden gedeihen; fremdländische oder auch nur wenig vom Ufer entfernte seien nur selten eingeschlossen gefunden; sie müssen von den Wogen ans Ufer geworfen oder von heftig wehenden Winden aus der Nähe herangetrieben sein. Dabei sei es nicht immer notwendig, daß die weiche Bernsteinmasse auf sie falle; die Pflanzenteile könnten auch auf sie hinaufgeweht und von neu hinzukommender Substanz eingebettet werden. — Bei den eingeschlossenen Pflanzenresten ist von Buchsbaum die Rede, der in Preußen häufig vorkommt, von *Coronilla herbacea*, die in den Hecken oft angetroffen wird (satis familiaris), oder von *Onobrychis secunda*, die auch in Preußen daheim sei. In einem anderen Stück sieht er ein Laserkraut (*Laserpitium daucoides prutenicum*), das von seinem Mitarbeiter, dem Arzte Dr. Joh. Philipp Breyn in Danzig, zuerst beschrieben wurde und bei dem Dorfe Zoppot, in der Nähe von Danzig, vorkommen sollte. Einen anderen Einschluß hielt er mit Klein für einen Rest des am Ufer gedeihenden Mauerpfeffers (28).

Wie früher bereits Hartmann hielt Sendel den Bernstein und das oft mit ihm zusammen auftretende fossile Holz für mineralischen Ursprungs und glaubte, daß es noch jetzt wie von Anfang der Welt an entstehe. Gebildet sollte der Bernstein werden aus Vitriol, Schwefel und Erdharzen, wie sie in Gängen und Klüften der Erde vorhanden seien; den Anstoß zu seiner Bildung sollten feine Dünste, Geister, Rauch und Ausdünstungen geben, die, von der Luft oder den Sonnenstrahlen in Bewegung gesetzt, sich mit dem Samen verdichteten, der zur Bildung erforderlich und in der Erde enthalten sei. — Statt der früher geäußerten Auffassung, daß Insekten in die Erde kriechen müßten, um vom Bernstein umhüllt zu werden, äußert Sendel sich bereits dahin, daß sie — wie auch Pflanzen und ihre Teile — in zutage tretende harzige Adern geweht wurden. Hatte er durch diese Annahme den Gegensatz und die Schwierigkeit beseitigt, der bisher zwischen der Bildung von Tier- und Pflanzeninklusen bestand, so machte ihm nun die Bildung der Tropfen und Schlauben des Bernsteins weitere Mühe. Um sie zu deuten, mußte er annehmen, daß eine Bewegung der Bernsteinsubstanz von oben nach unten möglich sei, und, um ihre ungehemmte Ausbildung zu erklären, daß die Berge, in denen sie entstanden, durch Risse geborsten seien. Diese Annahmen sind um so interessanter, als sie in der Zeit eines Lomonossow (1727) gemacht wurden und es nur noch eines kleinen Schrittes bedurfte, um zur Auffassung der Alten zurückzukehren. Der an einem Nadelbaum herniederfließende und tropfende Balsam bot bequem die Möglichkeit, alle Fragen zu beantworten, die sich auf die Bildung von tierischen und pflanzlichen Einschlüssen, von Tropfen und schlaubigen Flüssen bezogen.

Im Jahre 1803 brachte der Königl. preuß. Kammer-Kommissionsrat und Oberplantagen-Inspektor Sören Biörn in Danzig eine weitere Erklärung für die Entstehung des Bernsteins, die von Wäldern mit Nadelbäumen ihren Ausgang nahm. Von der See aus stieg nach ihm bis zu den Gebirgsketten der Karpathen das Land langsam empor. Frühzeitig bedeckten sich die oberen Teile mit Waldungen, vorzugsweise mit Nadelhölzern; von ihnen wurden ganze Strecken zu Siedelungszwecken und aus anderen Gründen niedergebrannt. Dabei träufelte sehr viel Harz aus den Bäumen; die zur Ostsee führenden Gewässer, die noch keine eingeengten Flußbetten hatten, rissen Waldboden und Bäume mit Harz zeitweise los und führten das letztere mit sich fort. In der See wurde es von dem aufgewühlten Sande verschüttet und von heftigen Stürmen mit dem zerbröckelten Holz an die Küste geworfen, bei umspringendem Wind aber wieder fortgeführt. So gelangte es mit Holz, Erde und Sand in früheren Zeiten durch die Mündungen der Flüsse in die damals mehr landeinwärts gelegenen Meeresbuchten der Ostsee. Die Ströme, die vorzugsweise in Frage kommen, „fließen bei Danzig herab, nämlich die Weichsel, und die sich kurz vor dem Ausflusse derselben darin ergießende Radaune (der sog. Eridanus)" (5, S. 52).

Auf diese Weise erklärt Biörn die Bildungsmöglichkeit des Seebernsteins und des gegrabenen Steins. Da er nach Überschwemmungen an den Ufern Stücke von diesem Material gefunden hat, ist für ihn die Richtigkeit seiner Annahme bewiesen. Interessant ist es, wie er der Schwierigkeit ausweicht, das Fehlen der Stämme von den Bernsteinbäumen zu erklären. Er läßt sie an ihrem Entstehungsort verbrennen, den Rest der See zuführen und hier durch die Brandung zerbröckeln. Die schwarze Farbe der ausgeworfenen Holzstücke stützt seine Auffassung. Durch den Waldbrand vermag er ferner zu erklären, wie es möglich war, daß Bernsteinstücke von oft so erheblicher Größe entstanden, wie sie heute aus Harz in unseren Waldungen nicht angetroffen werden. Aus „historisch-geographischen" Gründen spricht sich bereits Joh. Gottfr. Haße in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts für die Mitwirkung von Bränden aus; ausschlaggebend war für ihn freilich die Phaëton-Sage, nach der der Sonnenwagen den Erdkreis in Flammen setzte.

13 Jahre nach Biörn veröffentlichte der Legationsrat von Struve in Leonhards Jahrbuch

(14, S. 122, 123) eine weitere Ansicht über die Entstehungsart des Bernsteins. Er lebte in Danzig und wandte hier der Entstehungsart des Naturkörpers sein Interesse zu. In Anlehnung an die Auffassung des Jenenser Professors John war er der Meinung, daß Bernstein aus Tannenharz entstehe; es war ihm das hinreichend dadurch erwiesen, daß in ihm „Tannenzapfen und Tannenhaar" gefunden würden. — Seine Theorie knüpft an die großen Waldungen von Tannen an, die sich am Danziger Strande fänden. Das Harz aus ihnen bahne sich mittels seiner Schwere auf den schwach geneigten Ufergelände seinen Weg ins Meer. Diese Bewegung gehe besonders im Sommer gut von statten, wenn der Sand heiß und deshalb trocken sei. Gelangte er ins Meer, so forme er sich dort nach verschiedenen Zufälligkeiten und erhalte unter der Wirkung des reibenden Sandes mit der Zeit seine Glätte, bleibe er unterwegs hängen, so erhalte er im Boden eine Kruste.

Es ist von Struve entgegnet, daß dieser Auffassung verschiedenes entgegengehalten werden könne, u. a., daß der Bernstein sich noch heute auf diesem Wege erzeugen müsse, wie er es vor langen Zeiten getan hätte. Entstände er aber noch heute so, dann müßten sich an ihm alle möglichen Übergänge nachweisen lassen, von der Weichheit des ausgeflossenen Harzes bis zur Härte des fertigen Bernsteins. — Dieser Einwurf ist unberechtigt, wenn man daran denkt, daß in früheren Zeiten das Vorhandensein von weichem Bernstein mit Sicherheit angenommen wurde. Sendel widmet ihm in seiner 2. Abhandlung (missus secundus) eine eingehende Besprechung, als er die ursprünglich weiche Beschaffenheit des Bernsteins beleuchtet (27, S. 1—20). Er berichtet, daß er ihn häufig genau betrachtet und verschiedene Grade der Härte an ihm wahrgenommen habe. Auch John behandelt den flüssigen und teigigen Bernstein eingehend (14, S. 268 bis 278) und gibt gleiche Resultate, ebenso Bock (6 II, S. 187—195). Nach ihm kann man an ein und demselben größeren Stück verschiedene Härtestufen wahrnehmen (6 II, S. 192, 193). Eine Erklärung hierfür ergibt sich durch die Betrachtung, daß mit dem Fortschreiten der Verwitterung die Härte zunimmt; selbstverständlich ist hierbei von keinem Mineral teigiger Beschaffenheit die Rede. Auch Pfannenschmidt in Danzig gibt noch vor 30 Jahren an, daß hin und wieder unter dem Bernstein Stücke gefunden wurden, die eine ziemlich weiche, fast gummiartig elastische Beschaffenheit besäßen, während ihre chemische Beschaffenheit der des Edelharzes sehr nahe käme (22, S. 67). Kopal- und Harzstücke werden nun aber am Ufer, besonders an Strommündungen öfter aufgelesen und als Bernstein angesehen; sie stammen wohl aus Schiffsladungen her. Auch Bock weiß von derartig kolophonähnlicher Substanz zu berichten (6 II, S. 258, 259).

Die ersten Mitteilungen von solchem weichen Bernstein sind recht alt. Von dem ersten Bernsteinherrn, der an der Küste für den Orden die Aufsicht über den Stein führte, Hermann von Arsenberg, wird erzählt, daß er in der Zeit, als Herzog Luderus von Braunschweig Hochmeister war, einen Versuch mit solchem weichen Material anstellte. Er drückte einen Zettel mit näheren Angaben hinein und warf es wieder in die See. Das Stück soll, wie die Fabel erzählt, im Jahre 1498, zu vollkommenem Bernstein erhärtet, wieder aufgefischt sein (12, S. 579). — Wie sehr man sich mit dieser Angelegenheit beschäftigte, geht aus einer anderen Legende hervor, in der man die weiche Harzmasse mit dem Danziger Sternkundigen Hevelius in Beziehung bringt. Am Strande zwischen Danzig und Königsberg soll er ein wachsweiches Stück Bernstein gefunden und seinen Siegelring darin abgedrückt haben. Das Stück diente ihm später als Beweisstück dafür, daß der Stoff des Bernsteins ehemals weich gewesen sei; dann soll das Stück nach England geschickt und dort Neugierigen als große Seltenheit gezeigt worden sein (24, S. 177). — Von größerer Bedeutung ist eine Notiz, nach der eine Gesellschaft junger Leute von Danzig nach Hela fuhr und unterwegs neben ihrem Boote eine klebrige Masse schwimmend fand, die für weichen Bernstein gehalten wurde (6 II, S. 192). Von besonderem Interesse hierbei ist der Umstand, daß der angetroffene Körper schwamm, also ein geringeres spez. Gewicht als das Meerwasser hatte. In dieser Hinsicht würde er mit dem sog. unreifen Bernstein übereinstimmen, der von G. Berendt und H. Spirgatis (4; 32) untersucht und als gleich mit der als Krantzit bezeichneten Bernsteinart ermittelt wurde.

Über die Entstehung unseres Edelharzes berichtet im Jahre 1835 auch Aycke in seinen „Fragmenten zur Naturgeschichte des Bernsteins", nachdem er 14 Jahre vorher die Pacht des Bernsteinsammelns am Danziger Seestrande übernommen und eine reiche Sammlung von typischem Belegmaterial zusammengebracht hatte. Er knüpft an die Beobachtung der Landleute und Bernsteingräber an, daß Nester von Bernstein unter den Wurzeln umgerissener Fichtenstämme angetroffen sein sollen. Er selbst hat an ausgegrabenen Wurzelstöcken und in den Gruben, aus denen sie geholt waren, Bernstein nicht wahrnehmen können, dagegen aus anderen Gruben des Bernadower Forstbezirks, unweit Gr. Katz bei Danzig, Bernsteinnester mit Wurzelfasern erhalten, ohne ihre Abstammung erkennen zu können. — Nach Phil. Jac. Hartmann berichtet Agricola von ähnlichen Bildungen aus der Nähe des Klosters Oliva; er bezeichnet das Material der Stücke freilich als Bitumen (13, S. 39, 40).

In den Bernsteinwäldern sonderte sich — nach Aycke — Stammharz ab, der Überfluß wurde der Wurzel zugeführt. Eine Erdrevolution zerstörte sie, wühlte ihre Wurzeln aus dem Boden und zerstreute sie nebst Stämmen und Harz in dem neu aufgeschütteten Lande. Die tieferliegen-

den Wurzelfasern blieben mit ihren Produkten in dem teilweise unberührten Boden zurück, über den sich neue Schichten ablagerten. Die fossilen Holztrümmer und vereinzelte Bernsteinstöcke finden sich deshalb nur zerstreut in den obersten Erdschichten der jüngsten Formation und enthalten oft Spuren ihres vegetativen Ursprungs. Wo die Wurzeln in größerer Tiefe vorkommen, sind „Holzsplitter und Insekten nie, wohl aber Wurzelreste, festere Erdteile, Sumpfeisen und Kiesel-Konglomerate" (!!) in dem fossilen Harz eingeschlossen. Von dem gegrabenen Bernstein ist ein Teil unter der Erde ausgeflossen und erhärtet und beim Öffnen der Grube zum erstenmal ans Tageslicht gelangt. Man sollte annehmen dürfen, daß heftige Winde gewöhnlich nur den Bernstein aus der See hervorbrächten, der früher an den Stämmen und Ästen der Bäume ausgeflossen ist oder in ihrem Inneren sich ansammelte. Die stärksten Stürme griffen dagegen bis in die tieferliegenden Wurzeln und den unter ihnen liegenden Stein herunter und brächten ihn ans Ufer (3, S. 25, 31, 32, 33, 60). Nach dieser Auffassung müßten die Stämme der ursprünglichen Bernsteinbäume heute noch auf dem Boden der See vorhanden sein. Doch sind sie freilich bis heute noch nicht nachgewiesen worden. Schon früher ließ man sie durch Waldbrände zugrunde gehen oder später — sogar noch 1889 — beim Untergang des Bernsteinwaldes ins offene Meer hinaustreiben und verschwinden (16, S. 12), während der Bernstein sich in der Nähe des fortgespülten Landes absetzte.

Conwentz hat schließlich in seiner „Monographie der Baltischen Bernsteinbäume" (1890) gezeigt, weshalb man die Stämme aus jenen Wäldern der Vorwelt nicht aufzufinden vermöchte (8, S. 143): Durch allmähliches Zusammentrocknen entstehen im toten Holz Risse. Saprophyten bewirken in Gemeinschaft mit atmosphärischen Niederschlägen und mit Wärme eine immer stärkere Zersetzung und Zerstörung, so daß schließlich ein Nährboden entstand, auf dem andere Pflanzen zu keimen und sich zu entwickeln vermochten. Hinzu kam die Tätigkeit von Insekten, die das Holz annagten, ihre Gänge darin anlegten und darin verbreiteten. Auf physikalischem und chemischem Wege wurde die Zerstörung des Holzes so immer weiter geführt, bis es in größere und kleinere Teilchen zerlegt war, die mit tierischen und pflanzlichen Resten den Mulm des Waldbodens ausmachten.

Tropfte Bernsteinbalsam auf ihn hernieder, so durchtränkte er ihn und bildete Stücke, die mit Verunreinigungen erfüllt und deshalb wenig ansehnlich sind. Diese Bildung ergibt den sog. Firniß des Handels, der nur zur Herstellung von Lacken Verwendung findet.

Die bis hier erwähnten Schriften sind nicht die einzigen, welche die Heimat, die Entstehung und das Vorkommen des Bernsteins bei Danzig behandeln; viele andere Autoren kommen bei der einen oder anderen Gelegenheit auf diese Frage zu sprechen, aber die aufgeführten sind die wichtigsten. Mit dem Jahre 1845, als Georg Carl Berendt sein Werk über „die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt" herauszugeben begann, hat man den einen oder anderen bisher zweifelhaften Punkt näher beleuchtet und manche noch vorhandene Lücke zu füllen gewußt. Dies gelang immer mehr und in umfassenderem Maße, als die Phys. ökonom. Gesellschaft in Königsberg wissenschaftlich zu sammeln und auf weite Kreise anregend zu wirken begann. In edlem Wettstreit mit Ostpreußen hat Westpreußen und besonders Danzig das Wissen vom Bernstein weiterzuführen und abzuschließen gesucht und dabei die Erkenntnis gewonnen, daß jede gelöste Frage zu vielen weiteren Veranlassung gibt, die der Beantwortung harren.

Benutzte Literatur.

1. Abel, Othenio, Die Tiere der Vorwelt. Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 399; 1914.

2 Aurifaber, Andreas, Succini historia. Ein kurtzer gründlicher Bericht, woher der Agtstein oder Börnstein vrsprünglich komme usw. Königsberg 1551.

3. Aycke, Joh. Chr., Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835.

4. Berendt, G., Unreifer Bernstein. Schrift. d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg i. Pr, Bd. 13, 1872, S. 133—135.

5. Biörn, Sören, Bemerkungen über die vormalige und gegenwärtige Lage und Beschaffenheit der preußischen und danziger südbaltischen Ufer usw. Danzig 1803.

6. Bock, Friedrich Samuel, Versuch einer wissenschaftlichen Naturgeschichte von dem Königreich Ost- und Westpreußen. Dessau; Bd. 1, 1782; Bd. 2, 1783.

7. Clüver, Philipp, Germaniae antiquae libri tres. Lugduni Batavorum 1616.

8 Conwentz, H., Monographie der Baltischen Bernsteinbäume. Danzig 1890.

9. Conwentz, H., Über die Verbreitung des Succinits, besonders in Schweden und Dänemark. Schrift. d. Naturf. Ges. in Danzig. N. F. Bd. 7, Heft 3. Danzig 1890, S. 165 bis 176.

10. Dahms, Paul, Verwitterungsvorgänge am Bernstein. Min. Unters. über Bernstein XI. Schrift. der Naturf Ges. in Danzig. N. F. Bd. 13, Heft 3/4. Danzig 1914, S. 175—243.

11. Dewischeit, F., Bericht über einen Bernsteinfundort in Masuren. Preuß. Prov.-Bl. Königsberg i. Pr., Bd. 26, 1841, S. 195—200.

12. Elditt, H. L., Das Bernsteinregal in Preußen. Altpreuß. Monatsschrift. Königsberg i. Pr., Bd. 5, 1868, S. 577 bis 611, 673—698, Bd. 6, 1869, S. 422—462; Bd. 8, 1871, S. 385—426.

13. Hartmann, Phil. Jac., Succini prussici physica et civilis historia etc. Francofurti 1677.

14. John, J. F., Naturgeschichte des Succins, oder des sog. Bernsteins. 1. Teil. Köln 1816.

15. Kaunhowen, F., Der Bernstein in Ostpreußen. Jahrb. d. Königl. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1913, Bd. 34, Teil 2, Heft 1. Berlin 1913, S. 1—80.

16. Klebs, Richard, Aufstellung und Katalog des Bernsteinmuseums von Stantien und Becker, Königsberg i. Pr. Nebst einer kurzen Geschichte des Bernsteins. Königsberg 1889.

17. Klebs, Richard, Der Bernstein und seine Bedeutung für Ostpreußen. Königsberg in der Naturforschung und Medizin. Königsberg i. Pr. 1910, S. 38—52.

18. Klebs, Richard, Über Bernsteineinschlüsse im allgemeinen und die Coleopteren meiner Bernsteinsammlung. Schrift. d. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg i. Pr. Jahrg. 51, Heft 1. Leipzig und Berlin 1911, S. 217—242.

19 Lohmeyer, Karl, Ist Preußen das Bernsteinland

der Alten gewesen? Altpreuß. Monatsschrift Bd. 9. Königsberg i Pr. 1872, S. 1—17.

20. Perlbach, M., Preußische Regesten bis zum Ausgang des 13. Jahrhunderts. Altpreuß. Monatsschrift. — 1874, Bd. 11, S. 1—32, 97—128, 326—348, 385—432, 546—572, 609—624 und 1875, Bd. 12, S. 1—26, 97—144, 193—216, 319—344, 385—428, 577—645. Königsberg 1876.

21. Perlbach, M., Pommerellisches Urkundenbuch. Danzig 1882.

22. Pfannenschmidt, Ed., Über Bernstein usw. München (ohne Jahreszahl).

23. Roy, C. W. van, Ansichten über Entstehung und Vorkommen des Bernsteins, sowie praktische Mittheilungen über den Werth und die Behandlung desselben als Handelswaare. Danzig 1840.

24. Rzączynski, Gabr., Historia naturalis curiosa regni Poloniae, magniducatus Lituaniae, annexarumque provinciarum etc. Sandomiriae 1721.

25. Schütz, Caspar, Historia rerum prussicarum etc. Zerbst 1592.

26. Schuster, Julius, Hundert Jahre Phytopaläontologie in Deutschland. Naturw. Wochenschr. N. F. Bd. 20, Nr. 21, S. 305—310.

27. Sendel, Nathan, Electrologiae per varia tentamina historica et physica continuandae missus secundus etc. Elbingae 1726.

28. Sendel, Nathan, Historia succinorum corpora aliena involventium. Lipsiae 1742. Pars II, Cap. I, S. 264 bis 277.

29. Sonntag, P., Hela, die Frische Nehrung und das Haff. Schrift. d. Naturf. Ges. in Danzig. N. F. Bd. 14, Heft 1. Danzig 1915, S. 32—59.

30. Sonntag, P., Geologie von Westpreußen. Berlin 1919.

31. Spiegel, v., Hela. 26. und 27. Ber. des Westpr. Bot.-zool. Vereins. Danzig 1905. S. 126*—143*.

32. Spirgatis, H., Über die Identität des sog. unreifen Bernsteins mit dem Krantzit. Schrift. der phys.-ökon. Ges. zu Königsberg i. Pr. Bd. 13, 1872, S. 136—137.

33. Tesdorpf, W., Gewinnung, Verarbeitung und Handel des Bernsteins in Preußen usw. Staatswissenschaftliche Studien. Bd. 1, Heft 6. Jena 1887.

34. Voigt, Johannes, Geschichte Preußens, von den ältesten Zeiten bis zum Untergange der Herrschaft des deutschen Ordens. Bd. 6. Königsberg 1834.

35. Wigand, Joh., Vera historia de succino borussico etc. Jenae 1590.

36. Zaddach, E. G., Beobachtungen über das Vorkommen des Bernsteins und die Ausdehnung des Tertiärgebirges in Westpreußen und Pommern. Schrift. d. Königl. phys.-ökon. Ges. zu Königsberg, Jahrg. 10; Königsberg 1869, S. 1—82.

Einzelberichte.

Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion.

Als Ausgangspunkt für die Untersuchungen W. Soergels[1]) über die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion wurde das im Diluvium nicht vereiste Thüringen gewählt. Doch sind die für Thüringen durch seine Untersuchungen als gültig erwiesenen Tatsachen auch für weite Gebiete Mittel- und Westeuropas zutreffend.

Die diluviale Aufschotterung steht als ganz besondere, bisher kaum richtig in ihrer Bedeutung für das Eiszeitproblem gewürdigte Erscheinung im zeitlichen Rahmen zwischen Pliozän und Alluvium.

Die diluviale Aufschotterung ist eine durchaus regionale, erstens, weil sie in großen und kleinen Flußtälern wirksam war, nicht aber an bestimmte, durch ihre Wasserführung oder Talrichtung ausgezeichnete Wasserläufe gebunden ist, zweitens im Hinblick auf ihre weite Erstreckung im Talgebiete des gleichen Flusses. Regionale Verbreitung und petrographische Zusammensetzung der diluvialen Aufschotterung beweisen nun, daß, — man könnte zu ihrer Erklärung tektonische und klimatische (Ab- und Zunahme der Niederschläge) Ursachen heranziehen — es vor allem klimatische Ursachen waren, die die Bildung der diluvialen Schottermassen beherrschen. Weder kontinentale noch orogenetische Bewegungen können als Ursachen der Aufschotterung angesehen werden. Sie ist rein klimatisch bedingt. Das gleiche gilt für die Erosion insofern, als ihr Einsetzen ohne Klimaänderung nicht möglich war, mag das Ausmaß auch durch kontinentale Bewegungen beeinflußt sein. Während ein kaltes, halbarides Klima, das regional in Mittel- und Westeuropa herrschte, die Zeiten der Aufschotterung kennzeichnet und ihre unbedingte Voraussetzung ist, zeichnet ein humides die Zeiten der Erosion aus. Im wiederholten, durch die Schotterterrassen bewiesenen Wechsel dieser beiden Klimate ist zugleich der Wechsel von Eiszeiten und Zwischeneiszeiten zu erkennen — wie er in anderen Gebieten als Thüringen und auf Grund anderer Beobachtungen nachgewiesen wurde. Wie in dem zur Diluvialzeit vergletschert gewesenen Alpengebiete jeder Glazialzeit eine Aufschotterung der aus ihm führenden Flüsse, resp. eine Schotterterrasse zugehört, so muß sich auch in Thüringen die Anzahl der Eiszeiten und der Schotterterrassen entsprechen.

Der Aufschotterungsvorgang selbst ist auf die glazial beeinflußte und die glaziale Übergangszeit vom interglazialen zum hochglazialen Klima im wesentlichen beschränkt.

In den regionalen Schotterterrassen unvereister Gebiete ist ein sehr wertvolles Mittel vorhanden, die in diluvial vereisten Gebieten festgestellte Reihe von Glazial- und Interglazialzeiten gegenseitig zu kontrollieren.

Mit der endgültigen Ausschaltung interglazialer regionaler (lokale mögen vorhanden sein) Schotterterrassen, an denen die Monoglazialisten bis heute festhalten, tritt der bedeutsame Gegensatz von Glazial- und Interglazialzeiten von neuem in schärferes Licht. Beiden gemeinsam ist allein eine regionale Verwitterung; diese aber ist in Glazialzeiten eine mechanische, in Interglazialzeiten eine chemische. Neben diesem

[1]) Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin 1921.

Unterschiede in der Verwitterung tritt als ein weiterer durchgreifender zwischen beiden Zeiten die Gesteinsbildung ein. Es bildeten sich in Glazialzeiten die regional verbreiteten Geschiebemergel und ihre Auswaschungsprodukte, Schotter und Löß. In den Interglazialzeiten bildeten sich jedoch nur lokal beschränkte Schotterlagen, Tonlagen, Kalktuffe und Torfmoore.

Soergel betont auf Grund seiner Untersuchungen besonders, daß, wenn durch Prüfung von Tatsachen ein Fragenkomplex der Diluvialgeologie kritisch beleuchtet wird, das Ergebnis stets eine Verschärfung des Gegensatzes zwischen glazialen und interglazialen Verhältnissen ist, im vollen Widerspruche zur monoglazialistischen Auffassung.

Krenkel.

Elephas Columbi Falc.

Während die diluvialen Elefanten Europas bereits ausgiebig von verschiedenen Autoren bearbeitet worden sind, fehlte bisher eine entsprechende Zusammenfassung der nordamerikanischen Arten. Einen sehr wesentlichen Beitrag in dieser Richtung liefern die Untersuchungen W. Soergels über *Elephas columbi* Falconer.[1]) Das der Arbeit zugrunde liegende Material wurde 1906/07 von Dorenberg aus einer inzwischen wohl völlig abgebauten diluvialen Kalktufftafel nordöstlich der Stadt Puebla gesammelt, und befindet sich gegenwärtig im Freiburger Geol. Institut. Es umfaßt neben einem wohlerhaltenen Unterkiefer ein Kieferbruchstück, verschiedene Zähne und Zahnbruchstücke, sowie einige Extremitätenknochen und Teile des Rumpfskeletts, insgesamt Reste von 8 Elefanten.

Den ersten Teil der Arbeit bildet eine sehr eingehende Beschreibung der Fundstücke. Wertvoll ist die eingehende Vermessung, deren Resultate, in Tabellenform mit entsprechenden Maßen europäischer Elefanten zusammengestellt, deutlich die Beziehungen zu denselben erkennen lassen. Die Verhältnisse des Metacarpale III, des Unterkiefers und der Molaren trennen *El. columbi* von der *hysudricus-indicus*- und der *antiquus*-Reihe und fügen ihn der *trogontherii-primigenius*-Reihe an. Ausgiebig wird die Dentition der amerikanischen Art behandelt, welche eine eigentümliche Verquickung trogontheroider und primigenoider Merkmale aufweist, insofern als der erste Molar stark, der zweite schwach trogontheroid, der dritte ganz primigenoid ist.

Von allgemeinerem Interesse sind die Resultate über Stammesgeschichte und Entwicklungsmechanik, denen der zweite Teil der Arbeit gewidmet ist. Die Unterscheidung des *El. columbi* von dem älteren *El. imperator* Leidy wird auf der geringeren Größe, größeren Lamellenzahl und dünnerem Schmelz basiert, doch wird ein fließender Übergang beider Arten postuliert. Das Mammut des nördlicheren Nordamerika wird als eingewanderte eurasiatische Form angesehen, nicht als Endform der *imperator-columbi*-Reihe. Diese selbst dürfte sich von *El. meridionalis* Nesti ableiten.

Die Entstehung des Elefantengebisses wird auf entwicklungsmechanischer Basis zu klären versucht. Bolks Dimerentheorie wird als unwahrscheinlich abgelehnt; ebenso wird gegen Aichels Ansichten die Theorie vom „mobilen Gebiß" verteidigt. Entscheidend für die Genese des Elefantengebisses war die Entwicklung der Incisiven. Durch ihre Vergrößerung erforderten sie eine Kieferverkürzung, und diese bedingte die Besonderheiten in Zahnform und Zahnwechsel. Steigender Druck führte zu steigender Wellenzahl des Schmelzes; vielleicht ist aber nicht gesteigerte Faltenbildung direkt durch den Druck, sondern vielmehr stärkere Entwicklung des Schmelzorganes unter dem Einfluß des Druckreizes als bestimmend anzunehmen. Das Vorkommen „tortuoser" Molaren besonders bei jüngeren Elefanten (*primigenius, indicus*) wird als Beleg für die unmittelbar wirkende entwicklungsmechanische Bedeutung des Druckes herangezogen, dürfte aber auch in dem vom Ref. berührten Sinne indirekter Beeinflussung ausgelegt werden können. Die Korrelation zwischen Incisivengröße einerseits und Molarengröße, Lamellenzahl und Tortuosität andererseits ist mit einiger Wahrscheinlichkeit auf ein Kausalverhältnis zurückzuführen, bei welchem die Incisivenvergrößerung die anderen Wandlungen veranlaßte. Weiter wird dann die Korrelation zwischen Incisivenvergrößerung und Milieu betont. Ob hier auch ein Kausalverhältnis vorliegt, mag dahingestellt bleiben. Moderne Erblichkeitsforschung hat noch keineswegs erweisen können, daß jede Entwicklung durchaus zwangsläufig von vornherein vom Milieu bedingt sei, und hat fast nur dagegen sprechende Tatsachen ergeben. Die Ansichten über die Bestimmung der Molarenfaltung durch die Natur der Nahrung werden ja auch vom Verf. in diesem Sinne durch Hinweis auf das Verhalten der *planifrons-hysudricus-indicus*-Reihe bekämpft.

Prell (Tübingen).

[1]) Soergel, W., Elephas Columbi Falconer. Ein Beitrag zur Stammesgeschichte der Elefanten und zum Entwicklungsmechanismus des Elefantengebisses. Geol. u. paläont. Abhandl., N.F. Bd. 14, Heft 1/2, 1921, 90 S. mit 15 Abb. im Text und 8 Tafeln. (Preis 150 M.)

Schallgeschwindigkeit und ihre Messung.

Wie eine dem Fizeauschen Versuch nachgebildete Methode zur Messung der Schallgeschwindigkeit in gasförmigen, flüssigen und festen Körpern dienen kann, führte in der letzten Sitzung des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg Dr. J. Brockmüller, Hamburg, aus. Die von dem Vortragenden gegebenen Darlegungen wurden erläutert durch die Demonstration einer Versuchsanordnung, die über die Einzelheiten der Methode sehr gut unterrichtete. Einleitend wurden die Beziehungen des Fizeauschen Versuchs zu dem des Vortragenden erwähnt. Das Prinzip der Methode besteht darin: Die Zeit, welche der Schall benötigt, sich längs

eines vorgeschriebenen kleinen Weges fortzupflanzen, wird durch eine rotierende Walze von bekannter sekundlicher Umdrehung gemessen. Diese Hartgummiwalze trägt auf ihrem Umfange, parallel der Achse, zwei voneinander getrennte, mit zwei Schleifringen verbundene Lamellen, die mit zwei Schleiffedern elektrischen Kontakt geben. Der eine Kontakt wird zur Erzeugung des Schalles, der andere zum Empfang desselben verwandt. Der vom Schall zu durchlaufende Weg wird durch ein Rohrsystem von bekannter Länge dargestellt. Zu Anfang des Rohrsystems befindet sich ein dem ersten Kontakt angeschlossenes Telephon zur Lautangabe, am Ende ein Mikrophon zur Lautaufnahme. Dem Mikrophon angeschlossen ist ein lautsprechendes Telephon, dessen Stromkreis über den zweiten verstellbaren Kontakt geht. Die Einstellung dieses Kontaktes wird registriert durch einen Gradzeiger; die sekundlichen Umdrehungen der durch einen Motor getriebenen Walze bestimmten Zählwerk und Uhr. — Das Ansprechen des lautsprechenden Telephons erfordert die Schließung des über den zweiten Kontakt laufenden Stromkreises durch Wirken desselben Kontaktes in dem Moment, da der Schall das Mikrophon trifft. Aus der entsprechenden Einstellung des Gradzeigers, dem Drehungswinkel α, der Umdrehungszahl u, der rotierenden Walze pro Sekunde und dem Schallweg s folgt die Schallgeschwindigkeit v nach der Gleichung:

$$v = \frac{360 \cdot u \cdot s}{\alpha}$$

Als Mittelwert ergab sich für v in der Luft bei etwa 15° Temperatur 333,5 m. Für andere Gase werden die Werte gleicherweise ermittelt, indem das betreffende Gas durch das Röhrensystem langsam hindurchgeleitet wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des Gases der Schallgeschwindigkeit gegenüber vernachlässigt werden kann. Für Kohlensäure ergab sich so der Mittelwert v = 269 m, für Wasserstoff v = 1258 m.

Das lautsprechende Telephon kann ersetzt werden durch einen Oszillographen, der die richtige Stellung des Gradzeigers für den zweiten verstellbaren Kontakt zu erkennen gibt durch das Auftreten von Schwingungen des Lichtzeigers. Eine weitere Möglichkeit, den Drehungswinkel α mit Hilfe des Auges einzustellen, bietet die Flammenkapsel von König. Man verbindet sie sinngemäß mit dem lautsprechenden Telephon und beobachtet im rotierenden Spiegel die Flammenbilder.

Bei der Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in festen und flüssigen Körpern ist das lautsprechende Telephon dicht ans Ohr zu bringen, damit der verstellbare Kontakt richtig eingestellt werden kann. Der in dem lautsprechenden Telephon den Schall erzeugende Wechselstromimpuls ist hier schwächer als bei Gasen, das die richtige Stellung des zweiten Kontakts anzeigende Ansprechen demzufolge auch schwächer. Zur Ausführung einer derartigen Bestimmung ist ferner nötig, das zu untersuchende Mittel an Stelle des Röhrensystems einzuschalten, sei es in Form eines runden, massiven Stabes, der an einem Ende dicht aufsitzend das Telephon und am anderen Ende das Mikrophon trägt, oder sei es, wie z. B. bei Wasser, daß man das Telephon mit einem Schalltrichter versieht, der ins Wasser taucht und das Mikrophon auf einem Holzbrettchen, Membran parallel der Wasseroberfläche und ihr zugekehrt, schwimmen läßt. Auch in Röhren lassen sich Flüssigkeit einschließen und zweckentsprechend zwischen Telephon und Mikrophon bringen. Als Schallwege für feste Körper eignen sich gespannte Drähte oder Fäden. Schließlich braucht man nur Telephon und Mikrophon mit schwachem Druck gegen die Zimmerwand zu halten oder auf den Tisch zu setzen, Membran parallel der Oberfläche, um die Schallgeschwindigkeit in der Wand (Mauerwerk) und im Tische (Holz) zu ermitteln.

Ohne Schwierigkeit läßt sich mit dem Zeitbestimmungsapparat eine sekundliche Umdrehungszahl gleich 60 erzielen. Wird der verstellbare Kontakt demgemäß auf 30° eingestellt, so ergibt sich $^1/_{720}$ Sekunde, so daß der Schallweg bei Wasser etwa 2 m wäre, eine relativ kleine Weglänge. Bei Metallen ist die Weglänge etwa 8 m unter gleichen Umständen.

Vortragender hat seine Versuche in bezug auf flüssige und feste Körper noch nicht abgeschlossen, hält aber jetzt schon eine weitere Verminderung des Schallwegs für möglich. Da der Versuch als Schulversuch gedacht ist, so ist auf etwaige Korrektionen des Versuchsresultats keine Rücksicht genommen, da sie das Resultat nicht wesentlich ändern würden. Petersen.

Bücherbesprechungen.

Jungklaus, Fr., Der kleine Münsterländer Vorstehhund (Westfälischer Wachtelhund, Heidewachtel, Spion, Stöber, Vogelhund, Habichtshund) als Jagd- und Haushund, unter Berücksichtigung der verwandten Schoßhundformen in historischer und zoologischer Beleuchtung. 112 Seiten. Mit Titelbild, 4 Vollbildern und 54 Abbildungen im Text. Neudamm 1921, Verlag J. Neumann.

Mit Freude begrüßen wir alle diejenigen Bestrebungen, welche dahin zielen, die alten heimischen Hunderassen wieder zu Ehren und erneuter Geltung zu bringen. Einer der bewährtesten Vorkämpfer auf diesem Gebiet ist der Verf. des oben genannten Büchleins, der mit diesem die Aufmerksamkeit auf eine der interessantesten deutschen Rassen, den Münsterländer Vorstehhund, lenkt. Nachdem er uns mit dem Wesen und der Verbreitung der hierhin gehörenden Hundeformen bekannt gemacht hat, erfahren wir von der in früherer

Zeit scharf durchgeführten Unterscheidung zwischen Bracke und Vogelhund, wobei unter letzterem ein Hund zu verstehen ist, welcher nicht etwa den Vogel zu erbeuten, sondern ihn nur aufzustöbern hat, während das Fangen der Beute damals mit Hilfe des Beizvogels ausgeübt wurde. Mit großem Geschick und außerordentlicher Umsicht hat Dr. Jungklaus alles ausfindig gemacht, was sich auf diese in früherer Zeit so wichtige Form von Hunden bezieht; besonders sind es hierbei Abbildungen und Gemälde aus mittelalterlicher Zeit, die ihm als Wegweiser dienen konnten und wertvolle Aufschlüsse gegeben haben. Dieser historische mit vielen interessanten Bildern geschmückte Teil ist unseres Erachtens einer der wichtigsten und bemerkenswertesten Abschnitte des Büchleins, ein Teil, der weit über den engeren Kreis der Kynologen hinaus Beachtung und Aufmerksamkeit verdient. Dasselbe gilt übrigens auch für den folgenden Abschnitt, in dem von dem Namen der Rasse die Rede ist, und welcher viel Anregendes auf etymologischem Gebiet enthält. Jagdfreunde werden mit besonderem Interesse die folgenden Kapitel lesen, in denen die alten Jagdbräuche und die Eigentümlichkeiten der bei den Jagden verwendeten Hunde geschildert werden. Eine genaue Kennzeichnung der Rasse und ihrer Unterschiede im Vergleich zu anderen Jagdhunden sowie Mitteilungen über Zucht und Züchter schließen sich an. Der letzte Abschnitt behandelt die Stellung der Rasse im zoologischen System. Hier urteilt der Verf. wohl allzu einseitig. Seine Ansichten über die zoologische Benennung der Hunde dürften da schwerlich ohne weiteres den Beifall der Fachzoologen finden. Welchen Standpunkt man aber auch immer einnehmen mag, auf jeden Fall sind die Darlegungen des Verfs in vieler Hinsicht anregend, und wir hoffen auch, daß seine Schrift zu weiteren erfolgreichen Forschungen ähnlicher Art Anstoß geben wird. R. Heymons.

Wahnschaffe, Felix, Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 4. Aufl., neu bearbeitet von Friedrich Schucht. 472 S., 82 Textbilder, 29 Beilagen. Stuttgart 1921, J. Engelhorns Nachf.

Unter den Büchern über das Diluvium, insbesondere das Diluvium des norddeutschen Flachlandes, war dasjenige von Felix Wahnschaffe, dem verstorbenen Leiter der Flachlandsabteilung der Preuß. geol. Landesanstalt, von seinem ersten Erscheinen an das bestgenannte und meistgelesene. Diesen Vorzug verdankte es seiner klaren, leicht faßlichen Darstellungsweise, seinem erschöpfenden, sorgsam durchgearbeiteten Inhalt und seiner guten Illustrierung. Wahnschaffe suchte seinen Ruhm in vollständiger und gerecht abwägender Berichterstattung über die Ergebnisse der geologischen Forschung. In theoretischen Dingen war er zurückhaltend; der kühne Wurf war nicht seine Sache, er wartete als guter Beobachter, bis die Dinge ausreiften, und verzichtete auf geistreiche Spekulationen, zu denen gerade die phantasiegestützte Diluvialgeologie nur zu leicht verführt. Sein Buch war vor allen Dingen durch und durch solide.

Die dritte Auflage ging zur Neige, und Wahnschaffe hatte mit den ersten Vorbereitungen für die vierte begonnen, als Ende 1913 der Tod den noch rüstigen Mann zu früh von seinem Werk abrief. Sein Flachlandsbuch aber lebt fort und hat in Friedrich Schucht einen neuen Bearbeiter gefunden, der es in reiner sachlicher Hingabe verstanden hat, ihm die Gediegenheit des Gehaltes und die faßliche Form zu wahren. Wir kennen F. Schucht bereits als verdienstvollen Mitarbeiter Wahnschaffes an dessen „Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung". Als Landesgeologe im Flachlande vielseitig erfahren und als Bodenforscher bekannt geworden, war Schucht ohne Zweifel der geeignetste Adoptivvater dieses Werkes. Er hat die mühevolle Arbeit geleistet, die in den letzten 12 Jahren gewaltig angewachsenen Kartierungsergebnisse extensiver wie intensiver Art in Norddeutschland der neuen Auflage einzufügen, ohne das Buch aus der bewährten Richtung zu drängen. Veraltetes und Entbehrliches ist entfernt, mancher Satz und Abschnitt durch wenige geschickte Abstriche und Zusätze zeitgemäß gemacht, das Ganze wesentlich bereichert und vermehrt. Insbesondere ist auch die Zahl der Abbildungen, nicht zum wenigsten durch vorzügliche Aufnahmen von Frau Therese Wahnschaffe, sehr vergrößert worden. Ausführlicher als früher finden wir jetzt den Rahmen und den Gebirgsuntergrund des norddeutschen Tieflandes dargestellt, wogegen die Tabellen der Tiefbohrungen im Quartär nicht mehr fortgeführt, sondern als zu einseitige Materialsammlung auf einen ganz kurzen Auszug eingeschränkt sind. Überhaupt ist die innere Struktur, der geologische Bau des Flachlandes neben den Oberflächenformen und ihrer Deutung entschiedener zur Geltung gebracht und dadurch die Erweiterung des Werktitels durch den Ausdruck „Geologie" gerechtfertigt.

Nach gründlicher Darstellung der Struktur- und Formelemente des Flachlandes kommt Wahnschaffe-Schucht dann auf die zeitliche Gliederung des Diluviums zu sprechen. In dieser Frage hält er offensichtlich den Augenblick für eine kritisch durchgreifende Grenzziehung der verschiedenen Vereisungen und Einstufung der nichtglazialen Bildungen noch nicht für gekommen, sondern verhält sich vorwiegend referierend und behutsam sichtend. So kommt es, daß die auf diesem sehr schwierigen, noch große neue Entdeckungen versprechenden Gebiet vorhandenen Auffassungsverschiedenheiten der einzelnen Autoren nicht selten in sein Buch unausgeglichen übergehen. Es ist in der Tat unmöglich, gewisse Dinge, wie z. B. die Alters- und Höhenbeziehungen der Terrassensysteme der mitteldeutschen

Randflüsse von Schlesien bis zum Rheinland auf Grund der Spezialliteratur einheitlich darzustellen, und es werden noch viele Jahre vergehen, bis die Möglichkeit näher rückt. Hier versagt die referierende Darstellungsmethode in gewisser Hinsicht, hier muß wissenschaftlich befruchtete Intuition, Kritik und schöpferische Forschung sich hervorwagen, um die Einheit zu schaffen. Dies ist ein Wunsch, den wir für eine künftige Auflage des Buches hegen, und der eine kräftige Entwicklung der Flachlandsgeologie nach dieser Richtung einschließt. W. Wolff.

Meisenheimer, J., Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche. I. Die natürlichen Beziehungen. 896 S. mit 737 Abb. im Text. Jena 1921, G. Fischer. Preis brosch. 180 M., geb. 210 M.

Ein monumentales Werk, welches das Riesengebiet der Sexualität und der Sexualprobleme in umfassender Weise behandelt. Ausgehend von den niedersten Organismen, den Einzelligen, bei denen schon geschlechtliche Vorgänge einfachster Form sich abspielen, führt uns der Verf. weiter zu den mehrzelligen Pflanzen und Tieren, deren Körper als Gametozytenträger die spezifischen Geschlechtszellen hervorzubringen hat. Hier wird uns dann die ungeheure Mannigfaltigkeit aller Einrichtungen vor Augen geführt, die in Beziehung zum Geschlechtsleben stehen. Zwittertum und getrenntes Geschlecht, die Eigenart zwittriger Organismen, die Begattungsformen und Begattungsapparate mit allen ihren Nebeneinrichtungen sind ebenso wie die verschiedenen Formen der geschlechtlichen Annäherung, die sexuellen Waffen, Eiablage und Brutpflege, Geschlechtsmerkmale und deren Übertragung von Geschlecht zu Geschlecht, nebst vielen anderen das Geschlechtsleben betreffenden Einrichtungen und Vorgängen in vergleichender Form behandelt. Auf Einzelheiten einzugehen würde den Raum dieses Referates weit überschreiten. Nur soviel sei gesagt, daß der Verf. es mit großem Geschick fertig gebracht hat, den gewaltigen Stoff zu meistern. Wir erhalten auf diese Weise ein Gesamtbild, das in solcher Vollständigkeit noch nirgends existiert und uns einen einheitlichen Überblick über das ganze Gebiet des Geschlechtslebens und der geschlechtlichen Einrichtungen von den niedersten Tieren bis einschließlich zum Menschen hinauf verschafft. In einer Zeit, in der notgedrungen die Spezialisierung in allen Zweigen der Wissenschaft immer weiter fortschreitet, und der Einzelne längst nicht mehr die Fülle der Veröffentlichungen zu übersehen vermag, sind zusammenfassende Werke, wie das hier in Rede stehende Buch über Geschlecht und Geschlechter von unschätzbarem Werte; sie sind um so bedeutungsvoller, wenn, wie dies im vorliegenden Falle zutrifft, der Verf., selbst forschend auf dem betreffenden Gebiete tätig war, und sich nicht begnügt, Tatsachen zu registrieren, sondern überall kritisch sichtet und selbst zu wichtigen Fragen und Problemen Stellung nimmt. So hat in dem vorliegenden Werk der Autor z. B. bei der Beurteilung des Hermaphroditismus, bei der Deutung der Geschlechtsverhältnisse innerhalb der Gruppe der Wirbeltiere und an vielen anderen Stellen seine eigene Meinung begründet. Das Meisenheimersche Buch darf als eine der wichtigsten neueren Erscheinungen begrüßt werden, es ist ein Werk, auf das der Zoologe immer wieder zurückgreifen wird, ebenso wie es für den auf dem Gebiete der Sexualforschung tätigen Mediziner von großem Interesse ist. Die Ausstattung und der reiche Schmuck mit Abbildungen verdienen in der gegenwärtigen Zeit alle Anerkennung.

R. Heymons.

Roth, Dr. W. A., Physikalisch-chemische Übungen. 3. vermehrte und verbesserte Auflage. VIII u. 278 Seiten mit 75 Abbildungen im Text. Leipzig 1921, Verlag von Leopold Voß. Preis geb. 30 M.

Die physikalisch-chemischen Übungen von Dr. W. A. Roth, ordentl. Prof. an der Technischen Hochschule in Braunschweig, die nunmehr in der dritten, erheblich vermehrten und verbesserten Auflage erschienen sind, stellen ein für den praktischen Gebrauch im Laboratorium bestimmtes Buch dar und haben den Zweck, Studierende auf experimentellem Wege in die Grundlehren und Grundtatsachen der physikalischen Chemie einzuführen. Dichtebestimmungen, Molekulargewichtsbestimmungen in Lösungen, thermochemische Untersuchungen, Bestimmung optischer Konstanten, Versuche zur chemischen Statik und Kinetik, elektrische Messungen aller Art und kolloidchemische Versuche sind der Gegenstand der wichtigsten Abschnitte. Das ganze Buch ist sehr sorgfältig und gewissenhaft durchgearbeitet, die Darstellung ist hinsichtlich der Besprechung sowohl der theoretischen Grundlagen als auch der praktischen Ausführung der Versuche sachlich einwandfrei, klar und verständlich, die Beurteilung der Versuchsergebnisse wird durch Diskussion der Fehlerquellen, ihre rechnerische Verwertung durch zahlreiche Zahlenbeispiele einfacherer und schwierigerer Art gründlich erläutert. Die nötigen Tabellen sind beigefügt. Kurz, es ist ein Werk, aus dem wissenschaftlichen Laboratorium geboren und für die Praxis wissenschaftlicher Versuche gemacht.

Um den Preis des Buches möglichst niedrig zu halten, ist die dritte Auflage nicht neu gesetzt, die zweite Auflage ist vielmehr photomechanisch vervielfältigt worden. Die erforderlichen Zusätze und Ergänzungen — diese behandeln besonders die Kolloidchemie — sind als Zusätze gedruckt worden.

Berlin-Dahlem. Werner Mecklenburg.

Nernst, Walther, Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. 8.—10. Auflage.

XVI und 896 Seiten mit 58 Abbildungen im Text. Stuttgart 1921, Verlag von Ferdinand Enke. Preis geh. 141 M.

Von allen Lehrbüchern der theoretischen Chemie ist das von Walther Nernst das bekannteste und verbreitetste. Das ist nicht erstaunlich. Einerseits ist Nernst, der als ordentlicher Professor und Direktor des Instituts für physikalische Chemie an der Universität Berlin wirkt, wohl unbestritten der erste physikalische Chemiker der Gegenwart, seine Theorie des galvanischen Elements und die Entdeckung des dritten Hauptsatzes der Thermodynamik sind Leistungen allerersten Ranges, und wenn Nernst jetzt den Nobelpreis erhalten hat, so wundert sich der Fachmann nur, daß er ihn erst jetzt erhalten hat. Andererseits ist sein Lehrbuch dank der überlegenen Art der Darstellung, dank seiner Einfachheit und Klarheit tatsächlich ein Meisterwerk, wie es eben nur ein Nernst schaffen konnte. Die lange erwartete und nunmehr endlich vorliegende Neuauflage ist von ganz besonderem Interesse, weil die physikalische Chemie in den letzten Jahren eine große Reihe ungemein wesentlicher Fortschritte gemacht hat, die ihren Ausgangspunkt einerseits in der Quantentheorie, andererseits in der Lehre von der Radioaktivität haben. Alle diese Fortschritte, an denen Nernst zum Teil selbst mit größtem Erfolge mitgearbeitet hat, sind mit großer Sorgfalt in das Lehrbuch hineingearbeitet worden, so daß sich dem Leser wieder ein dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechendes Bild entrollt. Daher ist auch für alle Besitzer der älteren Auflagen des Nernstschen Lehrbuches die Beschaffung der neuen Ausgabe eine dringende Notwendigkeit.

Berlin-Dahlem. Werner Mecklenburg.

Citron, J., Die Methoden der Immunodiagnostik und Immunotherapie und ihre praktische Verwertung. Leipzig 1919, Georg Thieme.

In vorliegendem Buche sind die wichtigsten Methoden der Immunitätsforschung in einer Weise dargestellt, die es auch dem wenig erfahrenen Biologen, der ja auch immer mehr die Arbeitsmittel und Errungenschaften der Immunitätswissenschaft benötigt, möglich macht, diese in seinem Sonderfach mit gutem Erfolg anzuwenden. Jede Wissenschaft hat ja ihr Fundament in ihrer speziellen Arbeitsmethodik, und diese gibt zugleich eine Vorstellung davon, wie weit sich Tatsachen und Theorien die Wage halten. Wenn man nun die Methodik von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, so weist sie zugleich einen Weg zu den Ergebnissen ihres Wissensgebietes.

Dies ist in dem Citronschen Werke erreicht. Dem praktisch arbeitenden Biologen gibt es eine Reihe guter und erprobter Arbeitsmethoden zur Hand, nicht nur allgemeiner Natur, sondern auch unter Berücksichtigung speziellster und neuester Forschung. So sind die Abschnitte über die Partigene, die Ausfällungsreaktionen, die Meiostagminreaktion und den Nachweis der Abderhaldenschen Abwehrfermente ganz vorzüglich ausgearbeitet. Das Kapitel über Chemotherapie hätte vielleicht etwas mehr ausgebaut werden können. Allein auch demjenigen, der sich nur rein theoretisch mit dem Gebiete der Immunitätsforschung befassen will, ist das Buch ein vortrefflicher Führer in dieses Gebiet, umsomehr als gerade hier äußerste Vorsicht an Verallgemeinerungen und kein Theoretisieren geboten ist. Die sichere Hand des als erfahrenen Praktikers bekannten Verf.s vermeidet aber, den Boden sicherer Tatsachen zu verlassen. Collier (Frankfurt).

Literatur.

Kayser, Dr. H., Lehrbuch der Physik für Studierende. 6. Aufl. Stuttgart '21, Ferdinand Enke. 72 M.

Wien, W., Aus der Welt der Wissenschaft. Leipzig '21, Joh. Ambr. Barth. 60 M.

Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner.

20: Wedding, W., Das Eisenhüttenwesen. 6. Aufl.

541: Fischer, P. B., Darstellende Geometrie.

558: Schmitt, N., Aufgaben aus der technischen Mechanik. I. Bewegungslehre, Statik und Festigkeitslehre. 2. Aufl.

601: Köhler, F., Friedrich Nietzsche.

Sammlung Göschen. Fauser, Oberbaurat Otto, Meliorationen. Berlin '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. 0 M.

Teubners Unterrichtsbücher für maschinentechnische Lehranstalten.

Band 3: Wiegner-Stephan, Lehr- und Aufgabenbuch der Physik. III. Teil: Elektrizität. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner. Kart. 26 M.

Band 2: Wiegner-Stephan, Lehr- und Aufgabenbuch der Physik. II. Teil: Lehre von der Wärme, Lehre vom Licht, Wellenlehre. Kart. 22 M.

Bibliothek für Philosophie, herausgeg. von Ludwig Stein. 20. Band: Auerbach, Mathias, Mitleid und Charakter. Berlin '21, Leonhard Simion Nachf.

Henze und Meyer, Führer in die Arbeitsschule. Bd. 2: Grupe, Heinrich, Natur und Unterricht. Frankfurt a. M. '21, Moritz Diesterweg. 10 M., geb. 12 M. und 100 %.

Landsberg-Günthart-Schmidt, Streifzüge durch Wald und Flur. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner. Geb. 34 M.

Lebensvoller Unterricht. Band 7: Forker, Prof. Dr. Georg, Chemie und Mineralogie. Leipzig '22, Dürrsche Buchhandlung.

Inhalt: P. Dahms, Danzig als Heimat des Bernsteins. S. 89. – **Einzelberichte:** W. Soergel, Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. S. 99. W. Soergel, Elephas Columbi Falc. S. 100. J. Brockmüller, Schallgeschwindigkeit und ihre Messung. S. 100. – **Bücherbesprechungen:** Fr. Jungklaus, Der kleine Münsterländer Vorstehhund. S. 101. F. Wahnschaffe, Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. S. 102. J. Meisenheimer, Geschlecht und Geschlechter im Tierreiche. S. 103. W. A. Roth, Physikalisch-chemische Übungen. S. 103. W. Nernst, Theoretische Chemie. S. 103. J. Citron, Die Methoden der Immunodiagnostik und Immunotherapie und ihre praktische Verwertung. S. 104. — **Literatur:** Liste. S. 104

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 19. Februar 1922. | Nummer 8.

Reste eines alten Höhlenflusses.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **H. K. Becker.**

In Nr. 8 1920 der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift berichtet Herr Dr. Lindner über unterirdische Flüsse und Bäche, wobei er auch einige Überreste in der fränkischen Schweiz erwähnt, ohne dabei auf ein klassisches Beispiel der Reste eines nachweisbaren Höhlenflusses in jener Gegend einzugehen. Da ich mich mit der Frage der geologisch chemischen Tätigkeit des Wassers befasse, möchte ich nicht verfehlen, dieses schöne Schulbeispiel näher zu behandeln. Ich meine hierbei den oberen Teil des Oberailsbachtales in der Gegend zwischen Oberailsfeld und Kirchahorn. Um meine Ausführungen verständlich zu machen, muß ich zuerst auf die grundsätzlichen Faktoren dieses Problems eingehen. Im allgemeinen sind uns unterirdische Flüsse zurzeit nur aus dem Gebiet des Karstes bekannt. Diesen zu besuchen ist in der Jetztzeit für die Bewohner Deutschlands und Österreichs fast zur Unmöglichkeit geworden, wodurch meine Aufgabe mitten im Deutschen Reiche einen derartigen Höhlenfluß, wenn auch nur in Überresten, nachzuweisen, besonders dankbar geworden ist. Stellen wir uns zunächst einmal die für einen Höhlenfluß charakteristischen Einzelteile seines Laufes vor, so haben wir folgende Gliederung vorzunehmen.

Die Stelle, wo der an der Oberfläche fließende Bach in dem Untergrund oder in einer senkrecht vor ihm aufsteigenden Wand verschwindet, nennen wir das Ponor. Öfter ist diesem Ponor ein weites muldenartiges Tal vorgelagert, welches zu Zeiten besonders starker Wasseranschwellung von diesem erfüllt ist und einen See bilden kann. Dieses Tal wird dann Polje genannt, wobei ich an das berühmteste derartige Versickerungstal, das Popovopolje erinnern möchte. In diesem Tal können nun schon eine Anzahl Versickerungslöcher verteilt sein, die wir in diesem Falle als Vorponore bezeichnen können. In Deutschland können wir derartige Ponore sehr gut an der Donauversickerung bei Immendingen beobachten. Wir sehen hier zu manchen Zeiten des Jahres vor allem im Hochsommer zuerst in dem Wasserspiegel Strudel, die deutlich zeigen, wie das Wasser hier nach unten versickert und zu Zeiten gänzlicher Trockenheit können wir diese Löcher selbst am Boden in großer Anzahl beobachten. Verschwindet das Wasser direkt in der Felswand, so können wir entweder wie bei der Recka eine Höhle oder Grotte sehen (Mahorcicgrotte), oder das Wasser verschwindet in der Felswand durch ein kaum dem Auge sichtbares Loch, welches an die Mündung einer Kanalöffnung erinnert. Letzteres können wir besonders deutlich bei der „Pegnitz" bei der Stadt Pegnitz beobachten, wo dieser Fluß bei der Wassermühle in dem Wasserberg verschwindet. Einen Übergang zwischen diesen beiden Arten von Ponoren war mir vergönnt während des Krieges bei der belgischen Grotte von Han sur Lesse zu beobachten, welche ich als Heeresgeologe zu durchforschen hatte. Der sog. Perte de la Lesse oder das Goufffre de Belveaux stellte eine kleine Grotte dar, in welcher das Wasser der Lesse plötzlich nach unten verschwindet, ohne daß es möglich wäre, den Lauf weiter zu verfolgen. Der sog. alte Eingang zu den oben erwähnten Grotten, der heute nur noch in ganz seltenen Fällen besonderer Wasseranschwellung von der Lesse erreicht wird, ist als ein ganzes System horizontal in den Berg eindringender Kanäle aufzufassen. Dem Höhlenforscher ist auch reichlich der Grund bekannt, warum es so oft unmöglich ist, an der eigentlichen Einbruchstelle des Flusses, diesem zu folgen. Die Ursache hierfür ist ein Deckensturz, der den Kanal derartig abschließt, daß das Wasser ihn nur nach Art kommunizierender Röhren durchfließt. Sehr oft ist es unmöglich auf seitlichen Spalten diesen „Siphon" zu umgehen, wie es so bei der Peuck im Karste der Fall ist. Der Fluß durcheilt dann, mehr oder weniger verzweigt, das Gebirge, wobei das Wasser gar oft durch Strudellöcher in tieferen Höhlengängen verschwindet, zu denen wir uns wieder mühsam den Zugang erkämpfen müssen, um dann bei dem Austritt des Flusses die überraschende Beobachtung zu machen, daß wir in einem ganz anderen Flußsystem angelangt sind, als dasjenige war, aus welchem der Höhlenfluß vor seinem Eintritt in das Gebirge entstanden ist. So treffen wir die bei Immendingen verschwindenden Wasser der Donau in der Aachquelle wieder, die dem Rhein ihre Wasser zufließen läßt. Über die Art wie man derartige Höhlenflüsse durch Färben des Wassers oder durch Salzlösungen verfolgen kann, auch wenn ein Befahren des Laufes selbst ausgeschlossen ist, kann ich an dieser Stelle nicht weiter eingehen. Nicht verfehlen möchte ich aber darauf hinzuweisen, daß unter Umständen durch derartig verschwindende oder an ungeeigneten Stellen wieder auftauchende Höhlenflüsse wirtschaftliche Folgen hervorgerufen werden können, die von katastrophaler Bedeutung sind. Denken wir z. B. an den Fall, daß der obere Lauf der Donau einst sein ganzes Wasser an den Rhein abgibt, so wird eine ganze Anzahl von Industrien, die ihr Wasser aus diesem Lauf nehmen, vernichtet. Als typisches Beispiel möchte ich noch den Zirk-

nitzersee erwähnen, über den im Mittelalter der Ausspruch im Umgang war, man könne nach der jeweiligen Zeit in ihm pflügen, säen, ernten, fischen und Wasservögel jagen. Wenn auch dieser Ausspruch selbstverständlich übertrieben ist, so wurden doch im Laufe der Jahrhunderte wiederholt Fälle beobachtet, wo der See vollständig trocken lag, oder wo er plötzlich wieder von Wasser angefüllt wurde, nachdem die umwohnenden Bauern in ihm Äcker angelegt und Häuser gebaut hatten. Dies alles sind Fragen, die den Geologen des Karstgebietes eingehend zu beschäftigen haben und ihm die Frage vorlegen, ob es möglich ist, derartige Höhlenflüsse und ihr Zutagetreten durch eventuelle Vermauerung ihres Austrittes zu beeinflussen.

Dieses Austreten des Höhlenflusses aus dem Gebirge kann nun wieder in verschiedener Weise zur Geltung kommen. Im schon erwähnten Fall der Aach, haben wir einen sog. Quelltopf vor uns, d. h. den Fall, daß das Wasser in Form einer sehr starken Quelle anscheinend senkrecht aus der Erde hervortritt. Als weiteres Beispiel hierfür möchte ich die drei Quellen der Wiesent bei der Stempfermühle erwähnen. Der Unterschied ist der, daß ein ganzer Fluß d. h. also nicht der dünne Wasserstrahl einer Quelle aus dem Gebirge hervortritt; diesen Fall nennen wir nach dem klassischen Beispiel in Frankreich Vauclusequelle.

Die Frage, ob der Fluß zwischen seinem Ponor und seiner Vauclusequelle in ununterbrochenem Lauf das Gebirge durchströmt, oder ob er sich zwischendurch erst einmal auf die Grundwasser verteilt hat, und somit aus der Vauclusequelle nicht der ursprüngliche Höhlenfluß sondern das Grundwasser zutage tritt, können wir auch an dieser Stelle nicht behandeln. Kraus und Knebel haben diese Frage an dem Beispiel der Recka, des Timavo, der Peuck, der Donau und anderer Flüsse eingehend behandelt, ohne zu einem definitiven und für alle Fälle zu verallgemeinernden Schluß zu kommen. Für unser klassisches Beispiel des alten Höhlenflusses im Oberailsbachtal kommt diese Frage nicht in Betracht.

Ohne auf die Bildung von Höhlen im allgemeinen an dieser Stelle einzugehen, möchte ich doch darauf hinweisen, daß wir bei Betrachtung dieser Frage wesentlich mehr die Bildungen durch einen Höhenfluß berücksichtigen sollten, als es seither geschah. In vielen Fällen, wo zuerst nur das versickernde Regenwasser den Weg durch Korrosion von Spalten anbahnte, ist in späterer Zeit ein Fluß eingebrochen und hat diesen kleinen Kanal durch Erosion mechanisch erweitert. Diese Spalten können sich zu regelrechten Strudellöchern vergrößern, was noch ganz besonders begünstigt wird, wenn das Wasser in der Lage ist, ganze Geröllstücke mitzureißen und die Spalten nach Art einer Gletschermühle zu vertiefen. Wir sehen derartige Strudellöcher im Verlauf des Oberailsbachtales und auch an dem Wege durch das Püttlachtal in großer Anzahl. Den Besuchern der Schweiz ist wohl der wunderbare Trömmelbachfall bekannt, der ja aus einem solchen Strudelloch in dickem starkem Strahl mit solcher Kraft herabstürzt, daß er an manchen Stellen sofort wieder den Untergrund aufstrudelt und in ihm verschwindet. Was wir hier zutage sehen, kann natürlich auch in den unterirdischen Räumen eines Höhlenflusses geschehen. Wenn dann einmal die Decke eines solchen Tales einbricht, ein Fall, auf den wir am Schlusse unserer Betrachtung einzugehen haben werden, so sehen wir ein enges, schluchtenartiges Tal, dessen Wände muschelartig vertieft, die Reste einer fortgesetzten Bildung und Aufarbeitung von Strudellöchern zeigen. Ich erinnere hierbei an die Aaretalschlucht bei Meiringen, die Partnachklamm und einige von Flüssen durchströmte Schluchten. Besonders deutlich sehen wir die Reste des alten Höhlenflusses, am Quackenschloß und an der Riesenburg bei Doos.

Wenn wir das seither Ausgeführte auf das Oberailsbachtal anwenden wollen, so müssen wir im Interesse der klaren Übersicht einen Augenblick die Frage, woher dieser Bach kam, zurückstellen. Deutliche Beispiele für die von allen Seiten hervorbrechenden und in die Haupthöhle (deren Verlauf wir uns ungefähr von der Schweinsmühle an der Ruine Rabenstein vorbei bis an das Gasthaus zum Oberailsbachtal vorstellen müssen) verschwindenden Wasserstrahlen sehen wir ganz besonders in der Nähe des großen und des kleinen Schneiderloches, wie ja auch die Ludwigshöhle in ihrem hinteren Teile einzelne Läufe erkennen läßt, die in einem domartigen Hauptraume, der heutigen eigentlichen Höhle zusammenströmen. Daß neben dieser Flußhöhle auch die sonst üblichen nur durch Sickerwasser und Deckensturz entstandenen Höhlen auftreten konnten, beweist die heute neben dem Tale, früher neben der Flußhöhle befindliche Klausstein-Sophiengrotte. Erstere, die Klaussteinhöhle, gehört unbedingt noch in das Gebiet des Höhlenflusses hinein, wurde ich doch bei ihrem Anblick äußerst stark an das eingangs erwähnte Ponor der Lesse erinnert. Die Sophiengrotte ist indessen lediglich eine Sickerwasser-Einsturzhöhle, die mit dem Flusse nichts zu tun hat, vielleicht sogar erst später entstanden ist. Selbstverständlich kann das Wasser eines solchen Höhlenflusses sich durch Strudellöcher immer tiefer bohrend, auch ein altes früher entstandenes Höhlensystem in Besitz nehmen und somit nachträglich dieses zu dem System eines Höhlenflusses umwandeln. Ohne einen in sehr vielen Fällen anwendbaren Satz nun unbedingt verallgemeinern zu wollen, möchte ich annehmen, daß bei allen Höhlengebieten, die zwischen Ponor und Vauclusequelle eines Höhlenflusses liegen, ohne daß zwischen Eintreten und Austreten aus dem Gebirge ein nennenswertes Gefälle besteht, eine reine Höhlenflußbildung vorliegt. Besteht aber zwischen Ponor und Austritt des Flusses ein sehr starker Niveauunterschied, so liegt der Verdacht nahe, daß der einmal in das Gebirge eingetretene Fluß nunmehr mit seinen Strudellöchern sich in

vorhandene Höhlensysteme eingebohrt und sie dann durchflossen hat. Hierher möchte ich das Beispiel der Maximiliansgrotte bei Krottensee stellen. Das immer tieferbohren eines solchen Flusses und sein damit verbundenes Herabsinken in tiefere Stockwerke können wir ebensowohl an bekannten Höhlenflüssen wie an dem Fluß des Oberailsbachtales beobachten. Als derartig bekanntes Beispiel möchte ich die Schwindlöcher der Peuck erwähnen die übereinanderliegen, ebenso wie es bei der Eishöhle im Tämnengebirge der Fall ist, einem unterirdischen Flußsystem, das mein Kollege Herr Dr. Hauser auf 26 km Länge durchforscht hat. Im Oberailsbachtal beobachten wir wieder die untereinanderliegenden Strudellöcher, am schönsten an der Flußpartie gegenüber der Rabensteiner Burg, zwischen der Ludwigshöhle und dem Komplex der Schneiderlöcher.

Vielleicht hat uns die Natur auch noch ein bisher unbekanntes Stück des alten Flußlaufes aufbewahrt. Unterhalb der Sophienhöhle befindet sich nämlich ein seither noch nicht durchforschtes Höhlensystem, welches wegen seiner schwierigen Befahrbarkeit die Verzweiflungshöhle genannt wurde und deren Durchforschung ich mir noch vorbehalten habe. Daß eine Verbindung zwischen ihr und dem System der Klaussteinhöhle besteht, ist an letzterer erwiesen.

Sind die Gesteinsschichten, die von dem Fluß durcheilt werden, von einem flachen, geringen Einfall nach der Talsole zu geneigt, so finden wir oft die Decke dieses unterirdischen Laufes in der Nähe des Tales eingebrochen und können uns sodann Bildungen erklären, wie sie in der Riesenburg bei Doos vorliegen. Wir haben, wie ich in anderer Arbeit ausführen werde, hier einen unterirdischen Lauf der ehemaligen Wiesent vor uns, der mit ziemlich starkem Gefälle von der Höhe des Gebirges nach der Talsole herabstürzt. In der Mitte der Riesenburg stehend, haben wir nach oben blickend das unzerstörte Höhlenflußsystem vor uns, während wir in der Richtung nach dem Tale zuschauend, d. h. nach unten zu, nur noch die Reste einzelner Brücken und schroffe Wände sehen.

Wie kommt es nun, daß wir heute den Ailsbach mit sehr mäßigem Gefälle aus der Gegend von Kirchahorn kommend, sich nach der Wiesent zu ergießen sehen, wobei er zwischen der Schweinsmühle und Oberailsfeld wohl ein schluchtartiges Tal durchfließt, nicht aber eine tunnelartige Höhle? Neischl, der Vater der Höhlenforschung in der fränkischen Schweiz, erklärt die Bildung der meisten derartigen Täler durch Einsturz ehemaliger Höhlensysteme, indem er schildert, wie allmählich durch Abbruch der Höhlendecke diese immer dünner wird, und schließlich die überragende Gesteinsmasse nicht mehr getragen werden kann und so einstürzt. In dieser Anschauung stimme ich mit Neischl fast vollständig überein, wobei ich allerdings diejenigen, die bei dem bloßen Lesen dieser Theorie Zweifel hegen, bitten möchte, sich erst an Ort und Stelle die typischen und handgreifbaren Beweise dieser Theorie anzusehen. Nur in dem einen weiche ich etwas von Neischls Ansicht ab, nämlich darin, daß ich nicht diese Talbildung auf Einsturz von einfachen Sickerwasserhöhlen zurückführen, sondern hierbei unbedingt die Mithilfe alter Höhlenflüsse zu Hilfe nehmen und einschließen möchte. Meines Erachtens haben alle diese Flüßchen und Bäche der fränkischen Schweiz einen Vorfahren aus der Eiszeit oder der ihr nachfolgenden Zeit gehabt, der das Kalkgebirge ähnlich durchhöhlt und durchstrudelt hat, wie es heute die Bäche und Flüsse des Karstgebietes tun. Bei dem schon wiederholt erwähnten Beispiel der Donauversickerung dürfen wir ohne weiteres ein derartig unterirdisches Höhlensystem annehmen, und haben sogar die Gelegenheit, den Beweis für die eben erwähnte Theorie zu studieren. Wenige hundert Meter oberhalb der Aachquelle ist nämlich bereits ein langgestrecktes dolinenartiges Tälchen zu sehen, welches nur dadurch entstanden sein kann, daß das untere Höhlensystem des Donau-Rhein-Höhlenflusses hier bereits eingebrochen ist. Von dem Laufe der Recka kennen wir ja auf der Strecke zwischen der Marinitschgrotte und der darauffolgenden Gebirgswand eine Strecke von 300 m, auf der sie in einer tiefen Talschlucht fließt, während sie vorher und nachher in unterirdischen Tunnellen dahineilt. Wir haben hier also ein derartiges Beispiel, daß ein Teil der Decke eingebrochen ist. Ein ganzes System solcher, bald überirdisch, bald unterirdisch verlaufender Wasser, ist das Gebiet der Peuck-Unz-Laibach.

Die Zuhilfenahme unterirdischer Flüsse bei der Erklärung durch Einbruch entstandener Täler erscheint mir vor allen Dingen deshalb notwendig, weil wir doch immerhin mit Wasser von einer gewissen Wirkungskraft rechnen müssen, um uns die Entfernung des durch den Deckensturz entstandenen mächtigen Schuttes erklären zu können. Bei unserem Beispiel des Ailsbachtales glaube ich auch in der glücklichen Lage zu sein, nachweisen zu können, wo dieser Schutt hingekommen ist. In dem Dorf Oberailsfeld befindet sich eine Stelle von Sand, welcher in der Literatur als eine Art Meeressand bezeichnet wird. Nachdem ich seinerzeit reichlich Gelegenheit hatte, rezenten und fossilen Meeressand zu studieren, glaube ich einwandfrei einen Meeressand von einfachem Flußsand unterscheiden zu können. Ganz besonders auffallend ist nun an dieser Stelle die gänzliche Fossilleerheit dieser Sande, obwohl sie derartig feinkörnig sind, daß selbst ganz zarte Reste in ihnen hätten erhalten bleiben müssen. Selbst in den stark ausgelaugten Meeressanden des Mainzer Beckens ließen sich doch immerhin die Reste von besonders widerstandsfähigen Fossilen nachweisen, d. h. von solchen, deren Schalen von kohlensaurem Kalk in der Form des widerstandsfähigen Kalkspates statt des leicht zerstörbaren Aragonites vorlagen. In den Sanden des Oberailsbaches

konnte ich in der mir zur Verfügung stehenden Zeit keine Fossilien nachweisen. Hierbei möchte ich sogar noch die geringe Wahrscheinlichkeit, daß sich hier ganz lokal in den Resten des Jurameeres eine Insel von Strandsand erhalten hätte, nicht weiter ausführen. An der Stelle, wo das heutige Gasthaus zum Oberailsbachtal steht, d. h. an der Stelle, wo sich auch die Vauclusequelle des Ailsbaches aus der das Tal steil abschließenden Felswand ergoß, verbreitert sich das heutige Tal des Baches und bildet etwa an der Stelle, wo der Sandrücken zu sehen ist, eine Kurve, in die an dieser Stelle der mitgerissene Schutt abgelagert wurde. Lediglich die Feinkörnigkeit des Sandes deutet auf längeren Transport.

Der Einbruch des Tales und damit das Festlegen des Ailsbaches in seinem heutigen Bette ist erst später erfolgt, sonst würde sich dieser Bach wahrscheinlich an der Stelle der heutigen Gaiskirche weiter in der Tiefe in ein schon vorhandenes oder von ihm zu schaffendes Höhlensystem ergossen haben. Das ganze Äußere der Gaiskirche zwingt uns, in ihr ein Ponor mit mehreren Sauglöchern zu sehen, so daß wir also von dem Ailsbach nunmehr aus oberen Stockwerken nach unten, d. h. nach der heutigen Talsole gerichtete Sauglöcher erblicken, daß wir ein unter der Talsole gelagertes Höhlensystem annehmen dürfen, und daß uns auch wahrscheinlich der Austritt, d. h. die Vauclusequelle bekannt ist.

Es bleibt uns also nunmehr nur noch die Frage zu lösen, woher dieser Fluß kam. Bei der Kürze des Laufes und seiner Kraftentfaltung dürfen wir ihm nicht als nur aus Niederschlägen entstanden annehmen. Wesentlich wahrscheinlicher ist wohl die Annahme, daß eine große Wassermenge, in die das Tal damals noch bei der heutigen Schweinsmühle abschließenden Felswand durch ein Ponor eindrang und somit das spätere Höhlental schuf. Daß gerade die Felswand an dieser Stelle abschnitt, erklärt sich dem Geologen dadurch, daß die Doggerschichten in die Höhe der Malmschichten verworfen sind, derart, daß die unteren Doggerschichten etwa in Höhe des heutigen Talbodens lagern, während das Tal selbst in den obersten Malmschichten, d. h. im fränkischen Dolomit eingeschnitten ist. Wieso die einst über dem Dogger lagernden Malmschichten verschwunden sind, kann uns an dieser Stelle nicht näher beschäftigen. Tatsache ist, daß wir nach Abtragung dieser Malmschichten hier ein weites Tal vor uns hatten, welches sehr wohl mit den großen Wassermassen der Nacheiszeit angefüllt war und das seinen Verlauf durch die eben bezeichneten Malmwände suchen mußte. Hierbei dürfen wir dann annehmen, daß bei dem ursprünglichen höchsten Wasserstand dieser Eintritt durch hochgelegene Sauglöcher erfolgte (etwas höher als die Schneiderlöcher), während bei späterem Absinken des Wasserlaufes sehr wohl ein torartiges Ponor wenig höher als der heutige Talboden bestanden haben kann.

Daß ursprünglich derartige Wassermassen vorhanden waren, dürfte aus dem Umstande hervorgehen, daß der Ort Kirchahorn in seinem Namen auf das Wort Sumpf hinweist. Kirchahorn soll nämlich, wie mir ein dortiger Lehrer liebenswürdig erklärte, Kirchahora, d. h. die Kirche am Sumpf bedeuten. Daß dieser Sumpf als alter Überrest des alten Sees aufzufassen ist, erscheint mir sehr glaublich. Als heutiges Beispiel für einen derartigen See, der seinen Abfluß in einer vorgelagerten Felswand nimmt, möchte ich nochmals den Zirknitzersee erwähnen. Wir haben somit den Eintritt, den Austritt des Ailsbachhöhlenflusses kennen gelernt und wissen ebensowohl wo er sein Wasser hergenommen und wo er seinen Schutt abgelagert hat. Nicht ebenso vollständig läßt sich das Bild des vorgeschichtlichen Wiesenthöhlenflusses rekonstruieren. Einzelne Teile von ihm kennen wir indessen. Ich erinnere hier an die Oswaldhöhle und das Quackenschloß mit ihren typischen Strudellöchern, erwähne die Riesenburg bei Doos, die vielleicht den Zufluß eines unterirdischen Nebenflusses darstellt und möchte zum Schluß nur noch anführen, daß es mir auch noch gelungen ist, bei einer ganzen Anzahl der anderen auf dem Plateau gelegenen Höhlen, wie der Schönstein-Brumsteinhöhle — und im Schwingbogen deutliche Reste ehemaliger Flußwirkungen festzustellen, möchte aber auf Einzelheiten an dieser Stelle nicht näher eingehen. Alle diese Betrachtungen zusammenfassend, möchte ich die Fränkische Schweiz als ein Deutsches Karstgebiet bezeichnen, das uns allerdings infolge von Klimaveränderung heute nur noch als nicht mehr in diesem Sinne fortschreitende Endbildung vorliegt.

Gar manchmal steht der Geologe vor einer Talbildung, die er nicht ohne weiteres zu erklären imstande ist. Sollten da meine Ausführungen die Möglichkeit geben, durch die Annahme eingestürzter Höhlenflußsysteme Aufklärungen zu schaffen, so wäre die Aufgabe meiner Ausführungen erfüllt.

Helmut Bruchmann.

Von **K. Goebel.**

[Nachdruck verboten.]

Mit dem vor einem Jahre (25. XII. 1920) von uns geschiedenen Prof. Dr. Helmut Bruchmann in Gotha ist der Botanik ein Forscher entrissen worden, der aus mehr als einem Grunde verdient, daß wir uns dankbar seiner erinnern. Es ist nicht nur der Glanz seiner Entdeckungen,

sondern auch seine ganze Persönlichkeit eine Ehre für die deutsche Wissenschaft. Wir sind gewöhnt, daß die wissenschaftliche Tätigkeit in den Instituten der Hochschulen und den wenigen Forschungsinstituten, die wir besitzen, sich abspielt. Unsere jungen Botaniker sind unglücklich, wenn sie nicht ein „den Anforderungen der Neuzeit" entsprechendes Laboratorium zur Verfügung haben und glauben nur in einem solchen mit Erfolg wissenschaftlich tätig sein zu können. Bruchmann hat gezeigt, daß man ohne ein Institut mit den einfachsten Hilfsmitteln noch ungemein viel leisten kann und wenn wir seine Lebensarbeit überblicken, so werden wir zugeben müssen, daß sie an Bedeutung die nicht weniger Universitätsprofessoren seiner Zeit recht erheblich übertroffen hat.

Sein Lebensgang war ein sehr einfacher. Geboren am 13. November 1847 in Pollow in Pommern als Sohn eines Ackerbürgers widmete er sich zunächst der Vorbereitung für den Lehrerberuf. Aber bald ging er zur Universität über. Er studierte in Jena, wo Strasburger, damals auf der Höhe seiner Tätigkeit, sein Lehrer war. Er legte im Jahre 1874 das Doktorexamen ab und erhielt 1877 eine Lehrstelle in Gotha, wo er bis zu seiner im Jahre 1906 erfolgten Pensionierung wirkte. Seine wissenschaftliche Tätigkeit fiel in die Periode der Botanik, welcher das Genie Wilhelm Hofmeisters den Stempel aufgedrückt hatte.

In Hofmeister feierte die entwicklungsgeschichtliche Richtung, die namentlich durch Schleiden und Nägeli eingeleitet worden war, ihre höchsten Triumphe. Ihm gelang es, durch Auffindung des Generationswechsels die Homologien zwischen Moosen und Farnen aufzufinden und die Kluft zu überbrücken, welche zwischen „Kryptogamen" und „Phanerogamen" zu bestehen schien. Die Pteridophyten oder Gefäßkryptogamen boten den Schlüssel zum Verständnis der Lebensgeschichte der Samenpflanzen. Sie rückten demgemäß für längere Zeit in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Ihnen gehörte auch die Lebensarbeit Bruchmanns an. Schon seine auf Strasburgers Veranlassung ausgeführte Dissertation „Über Anlage und Wachstum der Wurzeln von Lycopodium und Isoëtes" (1874) beschäftigte sich mit den Pflanzen, mit welchen Bruchmanns Name jetzt für immer verbunden ist.

Schon diese Erstlingsarbeit zeigt eine vortreffliche Beobachtungsgabe und ein ungewöhnliches Geschick in der Anfertigung mikroskopischer Präparate.

Damals war eine Streitfrage vor allem das Vorhandensein einer „Scheitelzelle". Unter dem Einflusse Nägelis glaubte man eine solche an den Vegetationspunkten allgemein voraussetzen zu müssen. Der Verf. dieser Zeilen erinnert sich, daß noch im Jahre 1876 der verstorbene bekannte Botaniker Schwendener ihm erklärte, er halte das Wachstum eines Vegetationspunktes ohne Scheitelzelle „mechanisch für unmöglich". Bruchmanns Untersuchungen aber hatten (mit anderen) dieses Dogma (denn weiter war es nichts) aber schon als unhaltbar erwiesen und die eigenartige Verzweigung der Wurzeln — sie weicht von den aller anderen Pflanzen ab — bei den Lycopodien aufgehellt.

Die Gattung Lycopodium war die, deren Entwicklungsgang auch von Hofmeister nicht ermittelt werden konnte. Zwar bilden die Lycopodien unserer Wälder so massenhaft Sporen aus, daß diese einen Handelsartikel (Sporae Lycopodii) (für Apotheken u. a.) bildeten. Aber alle Versuche, diese Sporen zur Keimung zu bringen, schlugen fehl — nur de Bary war es gelungen, von Lycopodium inundatum einmal wenigzellige Körper aus Sporen zu erziehen — sie gingen durch einen Zufall zugrunde und konnten später nicht mehr erhalten werden. Man wußte nicht einmal sicher, ob Lycopodium zu den isosporen oder heterosporen Pteridophyten gehöre — im letzteren Falle wären die Sporen als Mikrosporen zu betrachten gewesen. Diese Frage wurde entschieden als Fankhauser in der Schweiz 1872 Prothallien von Lycop. annotinum mit Keimpflanzen fand. Es waren unterirdische chlorophyllose Knöllchen, die offenbar als Saprophyten lebten. Aber der Entdecker wußte mit seinem Fund nicht eben viel anzufangen und die wichtigsten Bauverhältnisse der Prothallien blieben im Dunkeln. 1884 fand der Verf. bei Rostock chlorophyllhaltige Prothallien von Lycopodium inundatum, da aber Treub seine javanischen Funde im selben Jahre veröffentlichte, unterblieb zunächst eine Beschreibung. Treub und Bruchmann sind es gewesen, welche die große Lücke in unseren Kenntnissen über Lycopodium ausgefüllt und uns die merkwürdigen Gestaltungs- und Lebensverhältnisse der Geschlechtsgeneration erschlossen haben. Diese ist nicht nur biologisch höchst interessant — bei den meisten Arten lebt sie als Saprophyt im Boden mit einem Pilz vergesellschaftet — sondern auch für die systematische Gliederung der Gattung wichtig.

Bruchmann gelang es, bei fast allen deutschen Arten die Entwicklungsgeschichte des Prothalliums und des Embryos lückenlos festzustellen. Das war nur möglich durch zielbewußte, rastlose Arbeit, bei der er durch seine Frau aufs beste unterstützt wurde, und durch eine ganz seltene Beobachtungsgabe. Die Arbeiten, in denen Bruchmann seine Funde beschrieben hat, sind Muster der Exaktheit und mit schönen, lehrreichen Abbildungen geschmückt. Es gelang ihm schließlich auch die Sporen zur Keimung zu bringen. Wir kennen jetzt die Lebensverhältnisse dieser Prothallien ebensogut wie die der anderen Pteridophyten.

Außer den Lycopodien war Bruchmanns Tätigkeit namentlich den Selaginellen gewidmet. Ihre gesamte Morphologie hat durch ihn die

größte Förderung erfahren. Er lehrte uns die verschiedenen Keimungstypen der Makro-Prothallien kennen, wies für einige Formen Zeugungsverlust (Apogamie) nach, erforschte die Embryoentwicklung, die Bildung der merkwürdigen Wurzelträger, deren Regeneration und Umbildung. Die technischen Schwierigkeiten, die namentlich bei der Untersuchung der Prothallien zu überwinden waren, sind sehr große. Bruchmann besiegte sie auch ohne Mikrotom. Seine Abbildungen zieren unsere Lehr- und Handbücher. Auch die merkwürdige Formengruppe der Ophioglosseen (bei uns vertreten durch Ophioglossum und Botrychium) verdankt ihm eine wesentliche Förderung unserer Kenntnisse. Die Geschlechtsgeneration dieser Formen zeigt merkwürdige Konvergenzerscheinungen zu der der meisten Lycopodien. Auch sie lebt als Holosaprophyt unterirdisch und hat sich deshalb lange der Nachforschung entzogen. Bruchmanns Scharfsinn hat auch hier Erfolge gefeiert. Er behielt seine Schätze aber nicht für sich. Zahlreiche botanische Institute verdanken ihm sorgfältig montierte Sammlungen von Prothallien und Keimpflanzen von Lycopodium, Ophioglossum u. a.

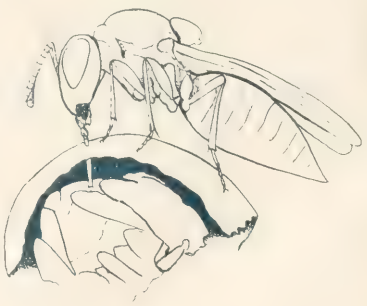
Er hat gezeigt, was ein Naturforscher, der ganz auf sich allein gestellt ist, leisten kann, wenn er sich auf ein bestimmtes Gebiet konzentriert und wenn er der rechte Mann dazu ist, es auszubeuten. Es wird für alle Zeiten unter den Botanikern der Hofmeisterschen Ära einen Ehrenplatz einnehmen.

Einzelberichte.

Über die eigentümliche Nahrungsgewinnung einer Schlupfwespe (Habrocytus cionicita).

(Mit 1 Abbildung.)

In den Cpt. rend. hebdom. des séances de l'acad. des sciences Bd. 173, Nr. 17, 1921 berichtet Jean L. Lichtenstein über die Biologie einer Schlupfwespe (Chalcidide) und weist besonders auf die ganz eigentümliche Art ihrer Nahrungsgewinnung hin. Da die von L. beschriebenen und abgebildeten Verhältnisse bis jetzt wohl einzig dastehen, so seien sie hier wiedergegeben unter Benutzung der L.schen Abbildung. Einige Bemerkungen füge ich hinzu. Zunächst ist vorauszuschicken, daß die von L. neu beschriebene Schlupfwespe Habrocytus cionicita im Jugendstadium parasitiert, und zwar an den Larven und Puppen des Käfers Cionus thaspi (Familie Curculionidae). Das legreife Wespenweibchen sucht sich Körner aus, in denen die Käferlarve lebt und sticht durch die Schale hindurch die Käferlarve an: einmal um sie zu lähmen und zweitens um ihre Eier — sie schlüpfen nach 2 bis 3 Tagen aus — unterzubringen. Die schlüpfende Wespenlarve saugt, wie viele ektoparasitäre Larven dieser Art, die Käferlarve aus. Ganz eigentümlich ist nun die Art, wie das Weibchen die Käferlarven derselben Art zur eigenen Ernährung auswertet. Hierzu schicken wir voraus, daß eine ganze Reihe von Schlupfwespen Raupen oder Eier anstechen und durch die mit dem Stachel gesetzte Stichstelle diese Nahrungsobjekte aussaugen. Ich selbst bearbeite zurzeit eine Braconide (Habrobracon brevicornis Wesm.), welche genau in der gleichen Weise verfährt. Darüber wird an anderer Stelle berichtet werden. Diese Eigentümlichkeit scheint bei den Schlupfwespen und ihren Verwandten weiter verbreitet zu sein als man bisher annahm. In derselben Art und Weise verfährt auch die durch L. bekannt gewordene Art Habrocytus. — Da aber die Käferlarve, von welcher sich die Wespe ernährt, in einem Samenkorn lebt, und da ein Zwischenraum zwischen Käferlarve und Samenschale bleibt, so kann die Wespe nicht ihren Mund auf die von ihr gesetzte Stichstelle in der Käferlarvenhaut anpressen. In der Abbildung sind die Verhältnisse wiedergegeben. Die Wespe muß den Zwischenraum (in der Abbildung schwarz gehalten) auf irgendeine Art und Weise überbrücken. Sie verfährt folgendermaßen. Der Legestachel ist so lang, daß er durch die Samenschale über den Zwischenraum hinweg bis in die Käferlarve reicht. Diesen Umstand benutzt die Wespe wie folgt. Das Weibchen sticht durch die Schale die Larve an und läßt seinen Legestachel bis zu einer halben Stunde in dieser Lage stecken. Dabei tritt ein eigentümliches Sekret, über dessen Natur L. keine weiteren Angaben macht, längs des Stachels aus; es gerinnt und umschließt den Stachel schließlich wie eine feste Scheide. Ist dies geschehen, so zieht die Wespe den Stachel heraus, und nun hat sie sich selbst mit Hilfe ihres Legestachels eine feine kapillare Röhre gebildet, die vom Inneren der Käferlarve durch die Samenschale nach außen geht. Die L.sche Abbildung gibt



diese höchst sonderbaren Verhältnisse sehr anschaulich wieder. Der Außenöffnung der selbst geschaffenen Steigröhre preßt jetzt die Wespe den Mund auf und saugt nun durch dieses Rohr die Käferlarve von außen her mit aus, so wie in der Samenschale die Larve der Wespe die Käferlarve aussaugt. — Die Richtigkeit der L.schen Beobachtungen vorausgesetzt, hätten wir hier die sehr eigentümlichen Verhältnisse, daß der Legestachel, bzw. Wehrstachel, zu bestimmter Verwendung bei der Nahrungsaufnahme kommt. In dieser Hinsicht sind die L.schen Beobachtungen völlig neu. Daß die mütterlichen Tiere bei Schlupfwespen zugleich mit ihren Nachkommen an ein und demselben Objekt saugen wie Habrocytus, ist auch von anderen Formen bekannt. Genau die gleichen Verhältnisse habe ich jetzt bei der an Mehlmotten parasitierenden Braconide Habr. brev. (s. o.) festgestellt. Die erwachsenen Tiere (Weibchen) leben von der gleichen Nahrung (auch am gleichen Stück) wie die Larven. Für die Deutung bestimmter sozialer Erscheinungen bei Wespen erscheinen mir diese Beobachtungen wichtig.

A. Hase (Berlin-Dahlem).

Innervation und Inkretbildung.

In einem Aufsatz „Über das Wesen der Innervation und ihre Beziehungen zur Inkretbildung“ [1]) stellt Abderhalden Befunde zusammen, die uns in beachtlichem Maße weitergebracht haben in der Behandlung der Frage, ob die Einwirkung der Nerven auf die Erfolgsorgane eine direkte oder indirekte ist. Es handelt sich hier darum, ob die innervierten Organe etwa durch einen Stoff beeinflußt werden, dessen Bildung durch die in Frage kommenden Nerven bewirkt wird.

Schon vor längerer Zeit beobachtete Howell, daß der Kaliumgehalt der Herzflüssigkeit zunimmt, wenn der Nervus vagus gereizt wird. Es liegt also nahe, die hemmende Wirkung, die bei Reizung des Nervus vagus am Herzen zu beobachten ist, auf das Kalium oder überhaupt auf eine Gruppe von Stoffen zurückzuführen, die infolge der Reizung in der Durchspülungsflüssigkeit des Herzens vermehrt auftreten. Abderhalden geht in seinem Aufsatz besonders auf Versuche von O. Loewi (1921) ein, der diese bedeutsame Frage in der geschilderten Richtung weiter aufrollt und der neuen Theorie von der Beziehung der Inkrete zur Innervation eine festere Basis verschafft. Im Nachstehenden folge ich den Ausführungen Abderhaldens, der die Methode und die Ergebnisse der Loewischen Versuche der besseren Verständlichkeit halber in vereinfachter Form darstellt. Loewi beobachtete, daß die Herzflüssigkeit (Ringersche Lösung) eines von Reizen unbeeinflußten Herzens auf ein ebensolches ohne Einfluß bleibt. Reizte Loewi dagegen den Nervus parasympathicus, wobei eine Verlangsamung der Herzschlagfolge eintritt, so konnte er nach Übertragung des Herzinhaltes feststellen, daß auch das von Reizen unbeeinflußte Herz langsamer schlägt, also ebenso reagiert wie das Herz, dem die Flüssigkeit entnommen wurde. Der Inhalt eines Herzens, das unter dem Einfluß des Nervus sympathicus steht, auf ein unbeeinflußtes Herz übertragen, bewirkt raschere Schlagfolge und stärkere Zusammenziehungen. Es scheint also durch die Reizung der erwähnten Nerven eine Inkretbildung verursacht zu werden. Die Inkrete bewirken dann erst Hemmung oder Steigerung der Herztätigkeit.

Wie aus einer Mitteilung [1]) von Loewi selbst hervorgeht, entstehen die Inkrete nicht etwa infolge der gehemmten oder gesteigerten Tätigkeit des Herzens, sondern „unmittelbar unter dem Einfluß der Nervreizung vor aller Tätigkeitsänderung des Herzmuskels“. Die entstehenden chemischen Stoffe bezeichnet Loewi als „lokal gebildete und wirksame Hormone“. Nach allen Befunden scheint also der Herzmuskel mit den endokrinen Organen auf einer Stufe zu stehen. Schließlich weisen auch die neuen Ergebnisse auf einen nahen Zusammenhang zwischen Nervensystem und Inkretion hin.

Gustav Zeuner.

[1]) Klinische Wochenschrift, 1. Jahrg., Nr. 1, 1922.

Bücherbesprechungen.

Kirchner, O. v., Die Obstbaumfeinde, ihre Erkennung und Bekämpfung. 4. Auflage. 44 Seiten. Mit über 100 farbigen Abbildungen auf 2 Tafeln und 21 Textfiguren. Stuttgart 1921, Verlag E. Ulmer.

Das treffliche Büchlein ist für weitere Kreise bestimmt und dürfte sich in der Hand von Obstzüchtern und Gartenfreunden als treuer Ratgeber bewähren, indem es nicht allein zuverlässige Auskunft über die vielen tierischen und pflanzlichen Schädlinge gibt, die den Obstbau bedrohen, sondern auch gleich den richtigen Weg zeigt, wie den Schädlingen erfolgreich zu begegnen ist. Die Benutzung gestaltet sich dem Zweck entsprechend so einfach wie möglich. Ein langwieriges Bestimmen oder Vergleichen mit mehr oder minder passenden Beschreibungen, Dinge, die erfahrungsmäßig dem Anfänger immer viel Schwierigkeiten bereiten, sind unnötig, weil wohl in fast allen Fällen schon ein Blick auf die bunten, im allgemeinen trefflich gelungenen farbigen Bilder genügen wird, um festzustellen, welcher Feind gerade in Frage kommt. Nähere Angaben und namentlich die Vorschriften zur Bekämpfung sind dann leicht im Text zu finden. Letzterer ist sachgemäß durchgearbeitet und in der neuen

Auflage dem Stande der Wissenschaft entsprechend. Den praktischen Bedürfnissen kommt ein besonderes Kapitel entgegen, in dem die verschiedenen Maßnahmen zur Bekämpfung, wie Leimringe, Fanggürtel und deren Anwendung, sowie die Herstellung und Benutzung der wichtigsten pilztötenden und insektentötenden Mittel geschildert werden. Eine Anzahl der bewährtesten als Bezugsquellen in Betracht kommenden Firmen ist genannt, ebenso sind auch die wichtigsten Gerätschaften und Apparate abgebildet worden. Für eine etwaige Neuauflage möchten wir empfehlen, den Apfelsauger (Psylla mali), der in manchen Jahren sich als ungemein lästig erweist, möglichst auch mit Larve bildlich darzustellen. Es könnte dafür die in Fig. 30 gegebene und nicht besonders gelungene Abbildung des Birnsaugers ausgemerzt werden. R. Heymons.

Dannemann, Friedrich, Plinius und seine Naturgeschichte in ihrer Bedeutung für die Gegenwart (Klassiker der Naturwissenschaften und der Technik, herausgegeben von Fr. Strunz). 250 S. Jena 1921, Eugen Diederichs. Preis brosch. 30 M., geb. 40 M.

Bei dem erfreulicherweise immer mehr erstarkenden Interesse für die Geschichte der Naturwissenschaften ist es sehr begrüßenswert, daß sich Dannemann entschloß, die berühmte „Naturgeschichte" (Naturalis historia) des Römers Plinius, die das ganze Mittelalter hindurch das höchste Ansehen genoß, auszugsweise in guter deutscher Übersetzung herauszugeben. Die bereits vorhandenen Übersetzungen sind z. T. recht schwerfällig und oft auch nicht leicht zugänglich. Außerdem sind sie für den, der nicht Muße hat, sich eingehender mit Plinius zu befassen, zu umfangreich, da sie den ganzen Text enthalten. Dannemann hat sich bemüht aus den 37 Büchern des Plinius das auszuwählen, „was heute noch in hohem Grade fesselnd und von Wert ist und daher die Beachtung der gebildeten Kreise im weitesten Sinn des Wortes verdient". Im großen und ganzen dürfte ihm diese Auswahl gelungen sein. Sehr wünschenswert wäre es aber gewesen, wenn der Herausgeber bei seinen Auszügen die betr. Pliniusstelle angegeben hätte, was doch leicht durch Randnoten hätte gemacht werden können. Die Einleitung bringt einen kurzen Überblick über die antike Naturwissenschaft und einiges über das Leben und die Quellen des Plinius. Wer sich, ohne zeitraubende Studien machen zu können, über die naturwissenschaftlichen Kenntnisse des klassischen Altertums unterrichten will, dem sei das Buch bestens empfohlen. Die Ausstattung ist, wie beim Diederichsschen Verlag nicht anders zu erwarten, recht gut. Marzell.

Müller, Dr. Max, Anfangsgründe der Chemie. Ein Leitfaden für Haushaltungs- und Gewerbeseminare, höhere Mädchen- und Fortbildungsschulen, Chemieschulen und ähnliche Anstalten. Zweite durchgesehene und vermehrte Auflage. IV und 273 Seiten mit 41 Abbildungen im Text. Berlin 1921, Verlag von Julius Springer. Preis geh. 20 M.

Ein ganz elementar gehaltenes, recht geschickt abgefaßtes, nur auf das Praktische gerichtetes, die wissenschaftliche Seite der Chemie absichtlich ganz unberücksichtigt lassendes, mit vielen lehrreichen Abbildungen ausgestattetes Büchlein. Der vom Verf. ins Auge gefaßte Leserkreis, für den das Buch in seiner ganzen Anlage zweifellos recht geeignet ist — in gut geleiteten Chemieschulen wird man an die Schülerinnen allerdings auch einige Anforderungen in theoretischer Chemie stellen — geht aus dem Untertitel mit genügender Deutlichkeit hervor.

Die Ausstattung ist einfach, aber durchaus ausreichend, der Preis ist als niedrig zu bezeichnen. Berlin-Dahlem. Werner Mecklenburg.

Kossel, Dr. W., Valenzkräfte und Röntgenspektren. Mit 11 Abb. Berlin 1921, Julius Springer. 12 M.

Zwei gut stilisierte Aufsätze des bekannten Physikers über das Elektronengebäude des Atoms in der heute herrschenden Vorstellung. Einige Sachkenntnis vorausgesetzt, ist die Schrift eine sehr gute Zusammenfassung und Diskussion aller neueren, selbst neuesten experimentellen und spekulativen Ergebnisse. Die Einwände gegen die geschilderte Vorstellung des Atomgebäudes treten bei der ausgesprochenen Stellung des Verf.s naturgemäß zurück. Zur Ergänzung in dieser Beziehung sei auf die Arbeit von J. Starck im Jahrbuch der Radioaktivität 17, Heft 2, 1920 verwiesen. — S. 48 ist der Wert für E_n versehentlich negativ gesetzt. H. H.

Literatur.

Abhandlungen und Vorträge aus dem Gebiet der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik. Heft 6: Hochmuth, Dr. Kurt, Der Kreiselkompaß. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner. 12 M.

Lebensvoller Unterricht. Band 8: Walther, Prof. Ernst, Tierkunde. Leipzig '21, Dürrsche Buchhandlung.

Kraepelin, K., Einführung in die Biologie. Große Ausgabe. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner. Geb. 35 M.

Inhalt: H. K. Becker, Reste eines alten Höhlenflusses. S. 105. K. Goebel, Helmut Bruchmann. S. 108. — **Einzelberichte:** J. L. Lichtenstein, Über die eigentümliche Nahrungsgewinnung einer Schlupfwespe (Habrocytus cionicita). (1 Abb.) S. 110. Abderhalden, Innervation und Inkretbildung. S. 111. — **Bücherbesprechungen:** O. v. Kirchner, Die Obstbaumfeinde, ihre Erkennung und Bekämpfung. S. 111. Fr. Dannemann, Plinius und seine Naturgeschichte in ihrer Bedeutung für die Gegenwart. S. 112. M. Müller, Anfangsgründe der Chemie. S. 112. W. Kossel, Valenzkräfte und Röntgenspektren. S. 112. — **Literatur:** Liste. S. 112.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 26. Februar 1922. | Nummer 9.

Die Viskosität des Protoplasmas.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Friedl Weber**, Graz.

Auf zahllosen Wegen arbeitet sich die Forschung an die Rätsel des Lebens heran; je näher dem Ziele, um so schwerer gangbar werden die Wege; bisher enden sie alle vor unüberwindlichen Hindernissen. Daher wird immer wieder Ausschau gehalten nach neuen Wegen, neuen Methoden, die neue Fortschritte versprechen.

Als man zuerst im Mikroskop in viel hundertfacher Größe die lebendige Substanz unmittelbar vor Augen sah und endlich erkannte, an welchen Teil der Lebenseinheit, der Zelle, das Leben selbst wirklich und wesentlich gebunden ist, da mochte begeisterte Hoffnung entstehen, nunmehr die letzten Geheimnisse zu ergründen; es galt ja nur noch die Eigenschaften des Lebenssubstrates zu erforschen und zu analysieren. Doch vor diesem neuen, scheinbar so nahen Ziele türmten und türmen sich gewaltig immer neue Hindernisse. Das Mikroskop gestattete in stetig gesteigerter Vollkommenheit das Studium der Morphologie der lebenden Substanz; einen wie reichen Inhalt aber auch allmählich der morphologische Begriff des Protoplasmas gewann, es waren damit kaum Lösungen irgendwelcher nach dem Wesen der Lebenserscheinungen gerichteter Fragen gewonnen. Auch die Chemie — selbst in der ungeahnten Verfeinerung ihrer Methodik als Mikrochemie — kann wohl das Leben nicht restlos erfassen; sie arbeitet meist nur mit tödlich wirkenden Mitteln; aber im Tode verrät die Zelle nur wenig von den Vorgängen und Kräften, die ihrem Wesen eigen waren, eben dem Leben, das sie verlor.

Wesentlich mildere, wenn auch immer noch rohe Methoden stehen der physikalischen Chemie zu Gebote; diese völlig neuartige, gewaltig aufstrebende Wissenschaft ist wohl berufen, auch das direkte Studium der lebendigen Substanz ganz wesentlich zu fördern.

Schon der Entdecker der lebenden Substanz der Pflanzenzelle, derjenige der zuerst in völliger Klarheit ihre wahre Bedeutung erkannte, der Schöpfer des Protoplasmabegriffes Hugo von Mohl hat in der ersten Beschreibung dieser geheimnisreichen Materie (1846) eine physikalische Eigenschaft derselben als besonders charakteristisch hervorgehoben: er nennt sie eine „zähflüssige Masse", eine „zähe Flüssigkeit". Die relativ hohe Zähigkeit oder Viskosität ist also dasjenige Merkmal des Protoplasmas, das zunächst Erwähnung fand. Das Studium dieser Eigenschaft, lange Zeit hindurch vernachlässigt, ist erst in den letzten Jahren zu erhöhter Bedeutung gelangt.

Wir wollen sehen, welche Methoden dieses Studium ermöglichen und welche Ergebnisse hiermit bisher erzielt worden sind.

Die Viskosität oder innere Reibung einer Flüssigkeit ist der Widerstand, der sich der Bewegung ihrer Teile gegeneinander entgegensetzt. Ihre Messung ist bei Flüssigkeiten im allgemeinen nicht schwierig. Die einfachste und gebräuchlichste Methode ist die Auslaufmethode. Sie beruht darauf, daß die Ausflußmenge einer in bestimmter Zeit aus einer Kapillarröhre ausströmenden Flüssigkeit abhängig ist von der Viskosität der Flüssigkeit. Die Messung wird so vorgenommen, daß man eine bestimmte Menge Flüssigkeit durch eine Glaskapillare „das Viskosimeter" strömen läßt und die Durchfließzeit bzw. Auslaufzeit bestimmt. Durch ein derartiges Viskosimeter läßt sich aber das lebende Protoplasma nicht pressen. Allerdings finden sich auch in der Natur Verhältnisse realisiert, unter denen lebendes Protoplasma in analoger Weise durch Kapillaren strömt, wie eine Flüssigkeit in einem Viskosimeter. Es sind dies die zarten Strenge der Plasmodien der Myxomyceten, die in wechselndem Rhythmus vom Endoplasma durchflossen werden. Wäre der Druck oder die Kraft bekannt, welche diesen Strom in dauender Bewegung hält, so ließe sich wohl in diesem Falle nach dem Poiseuilleschen Gesetz die Viskosität des Protoplasmas berechnen. Dies ist aber derzeit nicht der Fall, und so ist es heute nicht möglich, mit Hilfe der Auslaufmethode die Viskosität des Protoplasmas zu ermitteln.

Die beschriebene Auslaufmethode wird in der physikalischen Chemie verwendet zur Viskositätsmessung leicht beweglicher Flüssigkeiten; soll die innere Reibung zähflüssiger Lösungen gemessen werden, so leistet eine andere die sog. Fallmethode bessere Dienste (vgl. neuestens Gibson 1920).

Diese Methode beruht darauf, daß die Sinkgeschwindigkeit von Kugeln, die in einer Flüssigkeit unter dem Einflusse der Schwerkraft fallen, abhängig ist von der Zähigkeit der Flüssigkeit. Die Messung der Zähigkeit nach diesem Prinzipe ist höchst einfach. Man füllt einen Glaszylinder mit der Flüssigkeit, läßt darin eine Glaskugel sinken und mißt die Zeit, die sie braucht, um eine bestimmte von zwei Marken begrenzte Strecke zu durchfallen. Will man die Messung, um Mittelwerte zu erhalten, wiederholen, so braucht der Glaszylinder nur um 180^0 gedreht zu werden.

Bestimmte Pflanzenzellen stellen nun selbst nach obigem Prinzipe gebaute Viskosimeter dar.

Es ist das Verdienst Heilbronns (1912, 1914), dies erkannt und damit als erster das aktuelle Interesse auf die Viskositätsverhältnisse des Protoplasmas gelenkt zu haben.

Die Zellwand entspricht der Wand des Glaszylinders; sie schließt die Flüssigkeit: das Protoplasma ein und in dieser eingebettet liegen die zur Fallzeitmessung benötigten „Kugeln", nämlich bewegliche Stärkekörner. Wie bekannt, haben Haberlandt und Němec gezeigt, daß manche Zellen, z. B. die Stärkescheidenzellen der Stengel höherer Pflanzen mit beweglichen Stärkekörnern ausgestattet sind, die dem Zuge der Schwerkraft folgend sich stets an die physikalisch untere Zellwand anlegen. Dreht man einen derartigen Stengel um 180°, so wandern die Stärkekörner der gegenüberliegenden nunmehr unteren Wand zu und treffen dort nach bestimmter „Wanderzeit" ein, wie sich an nachher angefertigten Schnitten ohne weiteres mikroskopisch feststellen läßt. Heilbronn hat nun gefunden, daß bei geeigneten Versuchspflanzen (Stengel von *Phaseolus vulgaris*) das Sinken der Stärkekörner an Schnitten direkt in der lebenden Zelle verfolgt werden kann. Die Schnitte kommen zu diesem Behufe in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger auf das horizontal umgelegte Mikroskop; um die Drehung um 180° durchzuführen wird entweder der Objekttisch gedreht oder das ganze Mikroskop an einer Drehscheibe. Um die Fallzeit der Stärkekörner stets längs der gleichen Wegstrecke zu messen, schaltet man in das Okular ein Mikrometer ein und wählt die Entfernung zweier beliebiger Teilstriche als Fallhöhe.

Nach dem gleichen Prinzipe läßt sich auch die Viskosität des Zellsaftes lebender Pflanzenzellen messen (Weber 1921). Man beobachtet auch hier das Sinken spezifisch schwererer Körperchen, z. B. von Calciumoxalatkristallen, die sich nicht selten im zentralen Zellsaftraum vorfinden. (Vgl. auch Prankerd 1920.)

Auch in tierischen Zellen gibt es bisweilen spezifisch schwerere Inhaltskörper, die unter dem Einflusse der Schwerkraft innerhalb des Cytoplasmas absinken. Froscheier, überhaupt Amphibieneier besitzen eine weiße und eine dunkle Hemisphäre. Der weiße Pol, der vegetative, ist dotterreich und stets nach unten gekehrt, da die weißen Dotterplättchen ein größeres spezifisches Gewicht besitzen als das leichtere Eiprotoplasma. In den noch unreifen Eierstockseiern finden sich die Dotterkörperchen, obwohl sie schon schwerer sind als das Cytoplasma noch nicht nach der physikalisch unteren Eihälfte verlagert; erst in einem späteren Entwicklungsstadium des Eies sinkt der weiße Dotter im Eiinnern nach unten. Es muß sich also wohl — was gewiß von Interesse ist — in diesem Entwicklungsstadium der Widerstand, der sich der Sinkbewegung entgegensetzt, das ist eben die Zähigkeit des Cytoplasmas, verringert haben. Aber noch vor diesem Stadium der Viskositätsverringerung lassen sich die Dotterplättchen verlagern, wenn man sie nicht dem schwachen Zuge der Schwerkraft überläßt, sondern bei raschem Zentrifugieren hohen Schleuderkräften aussetzt. Dann wird auch bei höherer Plasmaviskosität, die unter natürlichen Verhältnissen ein Absinken der Inhaltsbestandteile nicht mehr gestattet, eine Umlagerung erzwungen werden.

Diese Zentrifugierungsmethode mit ihren abstufbaren Kräften ist daher ein ganz vorzügliches Mittel, um Viskositätsänderungen des lebenden Protoplasmas auf die Spur zu kommen. Aus den von verschiedensten Gesichtspunkten aus schon lange ausgeführten Zentrifugierungsversuchen lassen sich daher auch manche Schlüsse auf die innere Reibung des Cytoplasmas ziehen. Doch erst Heilbrunn in Amerika hat die Zentrifugierungsmethode zu diesem Zwecke eigens angewendet (1913 und später) und zwar an tierischen Eiern. Ebenso verspricht diese Methode mit Pflanzenzellen Erfolge, wie aus früheren Versuchen von Szücs 1913 und neuen von Weber 1921 mit Spirogyren hervorgeht.

Auch auf andere Weise nicht nur durch Schwer- und Zentrifugalkraft lassen sich im Cytoplasma eingebettete Körper vor allem der Zellkern zur Verlagerung bringen. Es hat jüngst Meier (1921) erwiesen, daß beim Hindurchsenden eines elektrischen Stromes durch Wurzelspitzen (von *Pisum sativum*) eine Verlagerung des Zellinhaltes und zwar im wesentlichen ein Wandern nach der + Elektrode erfolgt. Dieses Wandern geschieht nach dem Prinzipe der Kataphorese. Taucht man Elektroden in eine Suspension und schaltet einen Strom ein, so wandern die suspendierten Teilchen nach einer der Elektroden. Diese Bewegung, Überführung der Teilchen unter der Einwirkung des elektrischen Stromes heißt Kataphorese. Auch lebende Einzelzellen wie Blutkörperchen, Hefe, Bakterien lassen sich elektrisch transportieren. Dagegen war bisher kaum etwas bekannt, ob auch innerhalb der von der Membran umschlossenen Pflanzenzelle eine kataphoretische Wanderung einzelner Bestandteile und Organe des lebenden Inhaltes vor sich zu gehen vermag. Die Geschwindigkeit der elektrischen Überführung ist nun begreiflicherweise abhängig vom Widerstande der sich ihr entgegensetzt, d. i. von der inneren Reibung des Suspensionsmittels. Es gilt die Formel $v = \frac{\varepsilon \cdot H \cdot D}{H \pi \eta}$, wo v die Geschwindigkeit der kataphoretisch bewegten Teilchen, H das Potentialgefälle, D die Dielektrizitätskonstante der Flüssigkeit, ε der Potentialsprung zwischen dem suspendierten Teilchen und der Flüssigkeit und η die Viskositätskonstante bedeutet. Wird letzterer Wert allzu groß, so muß natürlich die kataphoretische Fortführung schließlich ganz unterbleiben. Daher schließt auch Meier (1921) aus dem Unterbleiben der kataphoretischen Umlagerung des Kerns in den Zellen bestimmter Regionen der Wurzelspitze, daß in diesen die Suspensionsflüssigkeit, das ist eben das Cytoplasma, eine starke Viskositäts-

erhöhung erfahren habe, aus dem Sol- in den Gelzustand übergegangen sei. Es ist anzunehmen, daß auch diese Kataphoresemethode sich in Zukunft zu quantitativer Viskositätsbestimmung als brauchbar erweisen wird.

Doch damit sind die Möglichkeiten der Methoden, welche am lebenden Cytoplasma den Zähigkeitsgrad und seine Änderungen zu erkennen gestatten, noch nicht erschöpft. In vielen tierischen und pflanzlichen Protoplasten lassen sich mit starker oder stärkster Vergrößerung, besonders schön aber bei Dunkelfeldbeleuchtung im Ultramikroskop, kleinste Körnchen oder tröpfchenartige Körperchen unterscheiden. Sie mögen ohne Rücksicht auf ihre mannigfache chemische Natur und physiologische Wertigkeit mit dem Sammelnamen „Mikrosomen" bezeichnet werden. Diese Mikrosomen sind nun nicht selten auch im an und für sich ruhigen, keinerlei Strömungen aufweisenden Cytoplasma keineswegs regungs- und bewegungslos. In nie endender Unrast, in endlosem Tanze führen sie ruckweise zitternde Bewegungen aus. Diese Zitterbewegung vom englischen Botaniker Brown zuerst beobachtet, wird als Brownsche Molekularbewegung bezeichnet, weil man annimmt, die Mikrosomen werden durch die in ewigen Schwingungen befindlichen Flüssigkeitsmoleküle, die an sie stoßen, zu diesem rastlosen Tanze getrieben. Man hat es dabei keineswegs mit einer der lebenden Substanz spezifischen Eigentümlichkeit zu tun; in jeder auch leblosen Flüssigkeit tanzen kleinste suspendierte Körperchen, die eine Größe von wenigen μ nicht übersteigen, diesen ewigen Tanz; aber nur solange die Flüssigkeit den Charakter ihres Aggregatzustandes typisch bewahrt, ihre Fluidität nicht allzu geringen, ihre Zähigkeit nicht allzu großen Wert erreicht. Die Intensität der Brownschen Molekularbewegung ist nämlich abhängig vom Viskositätsgrade der Flüssigkeit. Die Beziehung der mittleren Geschwindigkeit (Weglänge, Amplitude) A zu der Viskosität η der Flüssigkeit ist ausgedrückt durch die Gleichung: $A \cdot \eta = \text{konstant}$. Die Weglänge in der Zeiteinheit ist also umgekehrt proportional der Viskosität. Die genaue Bestimmung der Amplitude der B. M. B. erfordert eine komplizierte Apparatur; an der lebenden Substanz sind solche Messungen noch nicht angestellt und eine quantitative Ermittlung von Viskositätsänderungen ist auf diesem Wege bisher nicht durchgeführt worden; doch führt schon die gewissermaßen qualitative Prüfung, ob unter bestimmten Verhältnissen die Mikrosomen im Cytoplasma in B. M. B. sich befinden oder nicht zu interessanten Aufschlüssen: Erweisen sie sich in Bewegung, so läßt dies erkennen, das Protoplasma befindet sich in einem dem Solzustande der Kolloide entsprechendem Stadium; zeigen sie sich aber unbeweglich, so ist das Protoplasma in den Gelzustand übergegangen.

Mit Hilfe dieser Methode der Brownschen Molekularbewegung konnte sich Bayliss (1920) an Amöben von der reversiblen Gelbildung des lebenden Protoplasmas überzeugen; die Beobachtung der B. M. B. geschah bei Dunkelfeldbeleuchtung mit Hilfe eines Paraboloidkondensors, nachdem ein Modellversuch von der Zulässigkeit des Verfahrens überzeugte: Ein Stück Gummigutt wird in einem Tropfen 5 proz. Gelatinelösung auf einem erwärmten Objektträger verrieben; sofort unter dem Mikroskope untersucht zeigen die Partikel lebhafte B. M. B. Kühlt aber der Objektträger aus, beginnt die Lösung zu einer Gallerte zu erstarren, so werden die Bewegungen der Teilchen träge und träger und hören schließlich auf. Bei neuerlichem Erwärmen erscheint die Bewegung wieder. Auch andere Autoren haben sich der B. M. B., dieses Kriteriums des flüssigen Aggregatzustandes zur Beurteilung des Plasmaviskositätsgrades bedient, so u. a. Chifflot et Gautier 1905, Russo 1910, Leblond 1919, Seifriz 1920.

Ein weiterer neuer Weg, auf dem die Forschung die Viskositätsverhältnisse der lebenden Substanz aufzuklären strebt, ist die Methode der Mikrodissektion.

Die Mikrodissektion, auch Mikrovivisektion genannt, das Operieren, Sezieren, Zerschneiden unter dem Mikroskop an der makroskopisch unsichtbaren Einzelzelle ist eine in Amerika zu erstaunlicher Vollkommenheit ausgebildete Methodik. An und für sich mit den gewaltsamen, rohen Mitteln des Operateurs arbeitend, gelingt es durch eine wunderbare Verfeinerung der Instrumente der geübten Hand an Mikroorganismen operative Eingriffe zu vollführen, die man bei der Winzigkeit, der Empfindlichkeit, ja der „Unfaßbarkeit" dieser kleinsten Individuen kaum für möglich halten sollte. Die in der Hand amerikanischer Forscher in den letzten Jahren zu wahrer Virtuosität ausgebildete Methode der Mikrodissektion verspricht Erfolge nicht nur auf dem Gebiete der physikalischen Analyse der lebenden Substanz. Zu ihrer modernen Form wurde die Methode zuerst von Kite ausgestaltet, bald darauf von seinem Schüler Chambers (1917) weiter ausgearbeitet und neuestens auch von Seifriz (1920) mit Meisterschaft und Kritik geübt.

Das Prinzip der Methode ist einfach. Sie sucht aus dem Verhalten des Protoplasmas insbesondere aus Strömungserscheinungen und Formveränderungen während des operativen Eingriffes auf den Fluiditätszustand der lebenden Substanz Schlüsse zu ziehen. Das Instrument des Mikrodissektionisten ist meist nicht das Messer, sondern eine Glasnadel; diese ist so fein, daß sie an ihrer Spitze im Durchmesser weniger als 1 Mikron (0,001 mm) mißt; zu diesem feinen Ende wird ein Röhrchen aus Spezial-Jena-Glas ausgezogen. Die Nadel ist befestigt an einem eigenen Halter (Stativ), der Bewegungen nach 3facher Richtung zuläßt. Die Zelle, an der die Operation vorgenommen werden soll, befindet sich in einer feuchten Kammer [die aber an einer Seite offen und so der Nadel zugänglich sein muß] und zwar in einem hängenden Tropfen an der Unterseite

des Deckglases, das die feuchte Kammer oben abschließt. Die Operationsnadel, der mittels der Mikrometerschrauben des Stativs minimalste Bewegungsimpulse in gewünschter Richtung erteilt werden können, arbeitet also nicht zwischen Objektiv und Objektträger, wobei immer nur schwache Vergrößerungen anwendbar wären; sie arbeitet vielmehr unterhalb des Deckglases, das hier zugleich als Objektträger fungiert, da auf dessen Unterseite sich das Objekt im hängenden Tropfen suspendiert befindet. Es kann daher selbst das stärkste Immersionsobjektiv, ohne die Bewegungsfreiheit der Nadel zu behindern, in unmittelbarste Nähe an das Objekt heran.

Einen Begriff von der Leistungsfähigkeit der Methode geben die Angaben von Kite, der bereits 1913 mit seiner Seziernadel an sich teilenden Zellen einzelne Chromosomen herausschneiden konnte und ihre Viskositätsverhältnisse sowie diejenigen der Spindelfasern zu prüfen imstande war.

Man könnte glauben, das Protoplasma erfährt unmittelbar während der mechanischen Eingriffe und Verletzungen weitgehende Veränderungen; dies würde die Brauchbarkeit der Methode in Frage stellen, denn eine Ermittlung des Zustandes, wie er normalerweise zu Lebzeiten besteht, ließe sich dann damit ja überhaupt nicht durchführen. In der Regel treten nun aber derartige irreführende Veränderungen noch während der operativen Eingriffe keineswegs auf und bei genügender Vertrautheit mit den Untersuchungsobjekten und kritischer Deutung des Geschehenen, lassen sich zuverlässige Einblicke in die normalen Verhältnisse des lebenden Zelleibes gewinnen (siehe insb. Seifriz l. c.).[1])

Was nun dabei die Ermittlung des jeweiligen Viskositätsgrades der lebenden Substanz betrifft, so begnügt man sich neuestens keineswegs damit, zu eruieren, ob das Protoplasma flüssig oder fest, schwach oder stark viskös, dünn- oder zähflüssig sei. Es hat Seifriz (1920) vielmehr eine Viskositätsskala mit 10 verschiedenen Graden aufgestellt; diese Skala wird ähnlich gute Dienste tun wie die allbekannte Härteskala der Minerale. Die „Standard"-Werte lassen sich durch verschiedenprozentige Lösungen gewöhnlicher Gelatine jederzeit leicht herstellen. Einige Grade dieser Skala seien angeführt:

Viskositätsgrad	Bezeichnung	%-Gehalt der Gelatine	Substanzen, die einen entsprechenden V.-G. besitzen
1	wässerig	0,0	Wasser
3	flüssig	0,2	
5	ziemlich viskös	0,5	Paraffinöl
7	sehr viskös	0,7	Glyzerin
9	gelartig	1	Vaseline
10	starres Gel	2	feste Gelatine

[1]) Eine Kritik dieser Methode gibt Heilbrunn 1921.

Es spricht jedenfalls sehr für die Leistungsfähigkeit der Dissektionsmethode, daß es mit ihrer Hilfe möglich ist, die einzelnen 10 Grade voneinander zu unterscheiden. Natürlich vermag die Methode Aufschluß zu geben über physikalische Eigenschaften auch spezieller Bestandteile und Organe des lebenden Zelleibes, so des Zellkerns, der Plastiden, der Plasmamenbran (über letztere macht insbesondere Seifriz 1921 beachtenswerte Angaben).

Schließlich sei noch einer Methode gedacht, die an Genialität keiner anderen nachsteht. Leider ist bisher nur eine vorläufige Mitteilung darüber erschienen, Heilbronn hat 1918 kurz davon berichtet. In der Wahl des Untersuchungsobjektes ist hier eine Beschränkung nötig; es lassen sich nämlich nur Protoplasten verwenden, welche nackt, d. h. von keiner dauernd verfestigten Membran umschlossen sind und daher auch ungelöste Partikel in sich aufzunehmen vermögen. Daraus geht schon hervor, daß das geeignete Objekt die Plasmodien der Schleimpilze abgeben. Diesen nackten Protoplasmamassen werden mikroskopisch kleine Eisenstäbchen zur Aufnahme dargeboten. Sobald diese von der lebenden Substanz umflossen sind, wird das einzelne Eisenstäbchen mittels eines Elektromagneten um 90^0 gedreht, bzw. das Eisenteilchen vom Magneten in seiner Lage fixiert, während der umschließende Protoplast mit seiner Unterlage eine Drehung erfährt. Die zur Drehung des Eisenstäbchens resp. zur Verhinderung derselben aufgewendete Stromstärke an einem Galvanometer abgelesen, gibt ein Maß für die Größe der Reibungswiderstände (also der Viskosität), welche das Protoplasma der Bewegung der Eisenteilchen entgegensetzt. Auf den ausführlichen Bericht über diese Galvanometermethode und die mit ihr erzielten Ergebnisse darf man äußerst gespannt sein.

Damit schließen wir den Bericht über die Methoden der Plasmaviskositätsmessung und -schätzung. Fragen wir uns nun, was wurde bisher mit diesen Methoden geleistet; inwieweit wurden Aufschlüsse über die Zähigkeitsverhältnisse und -veränderungen der lebenden Substanz gewonnen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse dürfen wir nicht vergessen, daß die Forschung hier an einem Anfange steht. Die Methoden sind alle neu, ja meist ganz neu und nur wenige haben bisher damit gearbeitet. Trotzdem verspricht der Anfang viel.

Hugo von Mohl selbst, der Schöpfer des Protoplasmabegriffes, war wohl auch der erste, der Änderungen der Plasmaviskosität beobachtet hat; er war der erste Mikrodissektionist, wenn auch mit noch roher Methodik. In der so oft zitierten aber so selten mehr gelesenen Schrift, „Über die Saftbewegung im Innern der Zellen" (1846) beschreibt er, wie das Protoplasma häufig in rascher strömender Bewegung anzutreffen ist; dabei muß es von relativ leichtflüssiger wenig zäher Beschaffenheit sein; in zarten feinsten Ström-

chen fließt es mitten durch den Zellsaftraum. Je älter aber die Zelle wird, um so mehr scheint die Substanz der Strömchen zu erhärten, ja in gewissen Fällen werden die Strömchen zu festen Fäden. Im Fleische der Frucht von *Rhamnus frangula* liegen vereinzelt auffallend große Zellen; in ihrer Mitte ist der Zellkern an feinen Plasmafäden aufgehängt. Werden solche Zellen, wenn sie altern, mit einem scharfen Messer quer durchschnitten, so strömt das Protoplasma dieser Fädchen keineswegs aus oder kugelt sich ab, wie es dies im jugendlichen leichtflüssigen Zustande getan hätte; die Plasmafäden haben vielmehr im Alter eine solche Festigkeit erlangt, daß sie auch im durchschnittenen Zustande steif in ihrer Lage verbleiben.

Damit ist eine interessante Tatsache festgestellt: Die lebende Substanz büßt mit dem Alter an Beweglichkeit allmählich ein; es verhält sich mit ihr, sagt de Vries, genau so wie mit unserem Körper, der auch mit jedem Jahr an Beweglichkeit verliert. Mit dem Alter nimmt die Viskosität des Protoplasmas zu so wie auch in leblosen Kolloiden beim „Altern" Änderungen im Grade ihrer inneren Reibung sich einstellen können.[1])

Aber nicht nur beim Altern auch sonst gehen während des natürlichen normalen Ablaufes des Zellebens Viskositätsänderung der lebenden Substanz vor sich. Nach Leblonds Untersuchungen an Algen (1919) zeigt sich der Solzustand, also das Stadium geringer Viskosität im Protoplasma keineswegs permanent, ja es ist bisweilen nötig, um überhaupt sein an lebhafter Brownscher Molekularbewegung erkenntliches Auftreten zu beobachten, lange Zeit hindurch die individuelle Entwicklung zu verfolgen. Im allgemeinen gilt die Regel: Die Umwandlung aus dem relativ starren Gelzustand in den Solzustand geht nur dann vor sich, wenn die Zelle aus einer Periode der Ruhe übergeht in eine Periode funktioneller Aktivität, so während des Wachstums, der Teilung, der sexuellen und asexuellen Reproduktion.[2]) An jungen Sporenkeimlingen von *Oedogonium* z. B., die erst aus einigen Zellelementen bestehen und in lebhaftem Wachstum begriffen sind, findet man das Cytoplasma zur Gänze im Solzustand und die winzigen Mikrosomen darin in lebhaftester Brownscher Bewegung. Bei anderen Algen, bei denen sonst keine B. M. B. innerhalb der lebenden Substanz zu sehen ist, tritt sie auf in den Oogonien oder im Moment der Bildung ungeschlechtlicher Sporen. Bei den Konjugaten repräsentiert die Umwandlung aus dem Gel- in das Solstadium eines der ersten Anzeichen beginnender Reproduktionsaktivität; sie tritt ein noch vor der Bildung der Kopulationsschläuche. Leblond versucht auch eine Erklärung der Viskositätsherabsetzung zu geben: Wenn sich *Spirogyren* zur Kopulation entschließen, werden die vorher parallel zueinander stehenden Längswände bogig nach außen vorgewölbt. Die Zellen nehmen tönnchenförmige Gestalt an. Dies geht zurück auf ein Ansteigen des Innendruckes, das seinerseits wieder bedingt ist durch Anreicherung von Ionen im Innern der Zelle. Gleichzeitig bewirken diese Ionen aber den Übergang kolloider Substanz aus dem Gel- in das Solstadium.

In vollkommener Übereinstimmung mit den Befunden Leblonds stehen die mit Hilfe der Mikrodissektion von Seifriz (1920) ermittelten Tatsachen. Auch Seifriz gibt Belege für weitgehende Viskositätsänderungen des Protoplasmas während der verschiedenen Lebensphasen; dabei ist der Spielraum dieser Schwankungen ein auffallend großer. Die Viskosität kann abnehmen bis zu einem Grade, der nur wenig höher ist als der des Wassers und wieder ansteigen bis zur Festigkeit eines gänzlich starren Gels. Auch Seifriz findet einen Zusammenhang zwischen der Änderung der Protoplasmakonsistenz und den Schwankungen der physiologischen Aktivität.

Besonders eingehend wurden die Verhältnisse bei den Myxomycetenplasmodien studiert. Im aktiven vegetativen Stadium ist ihr Protoplasma flüssig (Viskositätsgrad = V.G. = 3); im ruhenden Zustand dagegen sind die Plasmodien sehr zähe (V.G. 8), klebrig und elastisch oft von ganz plastischer Qualität, ähnlich wie Brotteig. Ganz analoge Beobachtungen liegen für Amöben vor. Im aktiven Zustand, dem ein flüssiges Protoplasma zukommt, herrscht allgemein im Inneren äußerst lebhafte Brownsche Bewegung; wenn aber zugleich mit der Abnahme der Aktivität die Zähigkeit zunimmt, dann wird sowohl die Zahl der tanzenden Teilchen geringer (weil die größeren unbeweglich werden) als auch die Amplitude der Bewegung. Von Interesse sind fernerhin die Zähigkeitsänderungen während der aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien der Oogonien, z. B. von Fucus. Das junge einkernige Oogon weist den Viskositätsgrad 3 auf, vielleicht sogar nur 2 = sehr flüssig. Im beinahe reifen Oogon, nachdem die Teilung in 8 Eier eben vollendet erscheint, ist die Viskosität auf 4 gestiegen. Sind dann die Eier selbst fast reif geworden, so haben sie das Viskositätsstadium 5 erreicht und die vollreifen freiwerdenden Eier sind „entschieden zäh" (V.G. 6). Diese Zunahme der Konsistenz fällt zusammen mit einer Abnahme der physiologischen Aktivität. „Das junge Oogon mit dem Protoplasma von flüssiger Konsistenz befindet sich im Stadium lebhaften Wachstums, während das ganz

[1]) Wenn Miehe (1901) findet, daß in älteren Monokotylenblättern der Kern durch Zentrifugierung in den Zellen schwerer verlagert wird als in jüngeren, so beruht dies vielleicht auch auf Viskositätszunahme des einbettenden Plasmas mit dem Alter. Über Verschiedenheiten des Plasmazustandes in alten und jungen Zellen vgl. besonders Chifflot und Gautier (1905) sowie Russo (1910).

[2]) Ebenso gaben Chifflot und Gautier (1905) an: „Ces mouvements sont visibles chez des organismes jeunes en voie de croissance (cellules de Spirogyra en voie de cloisonnement, zygospore de Cosmarium germant, usw.)."

und gar zähe reife Ei in einem mehr oder weniger ruhendem Stadium die Befruchtung erwartet."

Noch größeres, ganz allgemeines Interesse verdient die Beobachtung der Änderung der Cytoplasmaviskosität während der Zellteilung. Die Befunde sind wenigstens in ihren Grundzügen völlig gesichert, da sie an verschiedenen Objekten von verschiedenen Autoren mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden. Heilbrunn 1917, Chambers 1919, Seifriz 1920.

Heilbrunn experimentierte mit Seeigeleiern; in kurzen Intervallen wurde nach erfolgter Befruchtung die Viskosität des Eicytoplasmas mittels der Zentrifugierungsmethode bestimmt. Werden unbefruchtete *Arbacia*-Eier kräftig zentrifugiert, so wird alsbald im Cytoplasma eine Scheidung in vier Zonen sichtbar. An dem zentrifugalen Pole sammeln sich die Pigment granula; dies ist die Pigmentzone; ihr zunächst folgt eine zweite granuläre Zone, dann eine hyaline und an dem der Pigmentzone gegenüberliegenden Pol, bildet sich die ihrer Farbe entsprechend „gray cap" genannte Schicht. Wenn ein Ei nach der Zentrifugierung alle diese Zonen typisch aufweist, wird es als geschichtet („stratified") bezeichnet. Nimmt nun die Viskosität des Protoplasmas zu, dann ist eine derartige Schichtung immer schwieriger zu erzielen oder (bei gleicher Zentrifugalkraft) immer undeutlicher ausgebildet und in einem ganz verfestigten Ei wird eine solche künstliche Schichtung überhaupt unmöglich.

Es ergab sich nun folgendes: Nach der Befruchtung nimmt die Plasmaviskosität allmählich zu bis zu einem Maximum, das in 20—25 Minuten erreicht wird. Durch Zentrifugalkräfte selbst der doppelten Intensität, die vorher leicht die Schichtung im Ei bewirkte, läßt sich nunmehr keine Scheidung in eine granuläre und hyaline, glasige Zone erzielen. Ist dann aber bei beginnender Furchung die Teilungsspindel erschienen, dann folgt eine stetige Abnahme der Zähigkeit; das Eicytoplasma kehrt wieder zurück zu seinem ursprünglichen Fluiditätszustande. Bei den mitotischen Vorgängen, die zum 2. Teilungsschritt des sich furchenden Eies führen, spielt sich ähnlicher Viskositätswechsel ab.

Noch eingehender verfolgt wurden die Änderungen der Protoplasmakonsistenz in ihrer Beziehung zur Zellteilung von Chambers (1917, 1919) durch Mikrodissektionsstudien, insbesondere am Ei von *Cerebratulus*. Die wichtigen Ergebnisse seien ausführlicher, zum Teil in der eigenen Schilderung des Autors wiedergegeben:

Die Konsistenz, die das Cytoplasma in den Perioden vom Moment der Befruchtung bis zur Beendigung der ersten Furchungsteilung zeigt, wurde ermittelt durch sorgfältige Prüfung mit der Mikrodissektionsnadel. Unmittelbar nach der Befruchtung werden die Granula durch die Nadel leicht in ausweichende, fließende Bewegung gesetzt. Nachdem das Sperma in das Ei eingedrungen ist, bildet sich die bekannte Spermastrahlung aus in unmittelbarer Nachbarschaft des Spermakopfes. Zugleich mit dem Spermakern wandert die Strahlung dem Eikerne entgegen und nimmt allmählich an Größe zu, je mehr sie sich dem Eizentrum nähert. Wenn die Spermastrahlung in voller Entwicklung steht, zeigt die operierende Nadel den hoch viskosen Zustand des Cytoplasmas an. Anstatt daß die Granula wie früher durch die Bewegungen der Nadel im Innern des Eies leicht aus ihrer Lage gebracht werden könnten, erweisen sie sich als festgehalten, an Ort und Stelle fixiert wie in einer Gallerte, und die Bewegungen der Nadel bewirken nunmehr Torsionen der gesamten Eisubstanz. Dieser Starrezustand erreicht seinen Höhepunkt ungefähr 15 Minuten nach der Befruchtung (Übereinstimmung mit dem Viskositätsmaximum Heilbrunns). Gleichzeitig mit dieser Verdichtung der strahligen Cytoplasmaregion vergrößert sich die im Zentrum der Strahlung gelegene Hyaloplasmasphäre. Diese Vergrößerung ist bedingt durch Ansammlung hyaliner Flüssigkeit, letztere aber scheidet sich ab aus den sich verdichtenden Plasmapartien und strömt in feinsten konvergierenden Strömchen dem Strahlenzentrum zu. Dadurch ist wohl auch das charakteristische Aussehen der Sperma-„Strahlung" erklärt. Einige Minuten später beginnt diese Strahlung zu verblassen und gleichzeitig kehrt das Cytoplasma zurück vom halbfesten zu einem mehr flüssigen Zustand. Die Granula sind jetzt wieder leichter verschiebbar durch die Bewegungen der Nadel. Das Verschwinden der Spermastrahlung bedeutet also einen Prozeß der Verflüssigung.

Die flüssige Substanz des vergrößerten hyalinen Areals strömt nun am Teilungskern vorbei an dessen beide Pole; dabei kommen die für dieses Stadium bezeichnenden hyalinen Streifen zustande, die sich klar abheben von dem sonst granulären Cytoplasma des Eies. Gegen Ende dieses Stadiums, das ca. 20—30 Minuten dauert, sammelt sich das Hyaloplasma schließlich in zwei halbkugeligen Massen an den Polen des Nukleus. Kurz vor der eigentlichen Zellteilung also etwa 40—50 Minuten nach der Befruchtung bildet sich in jeder dieser flüssigen Halbkugeln ein Zentrum, von dem aus das Cytoplasma sich neuerdings zu verfestigen beginnt. Die Verdichtung breitet sich von jedem der beiden Polzentren aus, so kommt der „Amphiaster", die Gegenpolstellung der Astrophären zustande. Nun verlängert sich das Ei; die Längsachse geht durch die Zentren des Amphiasters. Jetzt erst erscheint die Teilungsfurche und nun ca. 10 Minuten nach dem Erscheinen der beiden Astrosphären wird die Teilung rasch beendigt. In den neu entstandenen Blastomeren persistiert die Starrheit des Cytoplasmas aber nur, solange sie noch ± kugelig sind. Später drängen sich die Blastomeren gegeneinander und jede nimmt halbkugelige Form an. In diesem Stadium ist das Cytoplasma wieder ganz flüssig.

Es besteht also eine ausgeprägte Perio-

dizität im physikalischen Zustand des Eies nach erfolgter Befruchtung und während des Zellteilungsprozesses: Im unreifen Ei ist die Viskosität hoch, nach der Reifung nimmt sie ab, nach der Befruchtung beginnt sie neuerdings anzusteigen und erreicht das Maximum zur Zeit des Höhepunkts der Spermastrahlung. Dann sinkt die Zähigkeit neuerdings, bleibt gering bis die Teilung naht, steigt hierauf aufs Neue und sinkt erst wieder nach Beendigung der ersten Furchungsteilung. Dasselbe Spiel wickelt sich wohl bei der 2. Furchungsteilung ab.

Chambers sieht daher das Wesen des Furchungsprozesses in einer Änderung des physikalischen Zustandes des Cytoplasmas, wobei sich zwei halbfeste Massen, die Astrosphären bilden, die heranwachsen auf Kosten der flüssigen Plasmateile; damit ist eine neue Vorstellung gewonnen über den Mechanismus der Zellteilung.[1]) Es ist schon lange bekannt, daß die Eier verschiedener Tiere zur Zeit der Teilung eine Längsstreckung erfahren und die Teilungsfurche in einer Ebene senkrecht zur Längsachse sich einstellt. Eine befriedigende Erklärung dieser Längsstreckung konnte nicht gegeben werden. Die neuen Feststellungen sollen nun aber ein Verständnis vermitteln: Die beiden verfestigten kugeligen Massen wachsen auf Kosten der sie umgebenden flüssigen Teile so lange, bis alles flüssige Cytoplasma aufgenommen ist; da nun aber die beiden Durchmesser dieser Kugeln zusammen größer sind als der ursprüngliche Durchmesser des Eies, so muß sich dieses in die Länge strecken.

Wenn man bedenkt, wie viel Arbeit, vor allem auch theoretische Spekulation, schon darauf verwendet wurde, um die Vorgänge im Cytoplasma während der Teilung dem Verständnis näher zu bringen, und zwar ohne besonderen Erfolg, so bedeuten diese exakten Feststellungen einen gewaltigen Fortschritt und eine Bestätigung theoretischer Vermutungen. Es ist daher von großer Wichtigkeit, daß auch von anderer Seite Gleiches gefunden wurde.

Seifriz hat, ebenfalls am Seeigelei, nach seiner Skala die verschiedenen Viskositätsgrade noch genauer zu charakterisieren vermocht: das reife unbefruchtete Ei besitzt den Viskositätsgrad 7. Beim Erscheinen der Spermastrahlung steigt im peripheren Cytoplasmateil die Viskosität auf 8. Im Amphiaster bestehen die polaren Hyaloplasmasphären sowie die Strahlen der Astrosphären selbst aus stark verflüssigtem Plasma (V.G. 3). Besonders der Nachweis des flüssigen Charakters der hyalinen Strahlen ist von hohem Interesse, da er schon vielfach theoretisch postuliert worden war, andererseits aber auch eine verfestigte Konsistenz behauptet wurde. Dagegen sind das periphere Protoplasma sowie die keilförmigen Plasmateile, die mit den hyalinen Strahlen abwechseln und die eben das sternförmige Aussehen der mitotischen Figuren bedingen von extrem hoher Viskosität (7—8).

Seifriz hat auch an pflanzlichen Eiern (Fucus) die nach der Befruchtung sich einstellenden Viskositätsänderungen studiert; es ergaben sich analoge Verhältnisse, doch ist hier die Beobachtung durch die dunkle Färbung der Chromatophoren erschwert.

Abgesehen von den genannten amerikanischen Forschern haben sich auch andere Autoren, zum Teil schon früher, eine Vorstellung über die Viskositätsverhältnisse während der Zellteilung zu machen gesucht. Als erster hat wohl Albrecht (1898) auf Grund primitiver Kompressionsversuche angenommen, daß nach der Befruchtung tierischer Eier eine Viskositätszunahme im Plasma erfolgt. 1918 hat Speck bei seinen Studien über die Ursache der Zellteilungen beobachtet, wie bei Nematoden-Eiern sich das periphere Cytoplasma in ständiger amöboider Bewegung befindet; in dem Moment nun, in dem zu Beginn der Teilung die Spindel sichtbar wird, steht diese Bewegung ganz plötzlich still. Wahrscheinlich, meint Speck, ist dies auf eine Viskositätszunahme zurückzuführen.

Es sei ferner daran erinnert, daß Němec (1915) auf Grund von Studien an zentrifugierten Wurzelspitzen, wobei die ruhenden Zellkerne aber auch die Teilungsfiguren als Ganzes in bestimmter Weise verlagert befunden wurden, sich folgende Vorstellung gebildet hat: „Wenn sich die Figuren wie einheitliche Gebilde verhalten, an denen es nicht möglich ist durch das Zentrifugieren irgendeinen Teil herauszureißen, und wenn sie sich aus einer labilen in eine stabile, standfeste Lage herausdrehen, so kann man dies so deuten, daß sie im ganzen ein starres, einheitliches Gebilde vorstellen. Sie verhalten sich so, wie wenn sie aus einer festen Substanz bestünden, oder wie wenn sie wenigstens ein festes Gerüst besäßen." Er hat auch erkannt, daß die achromatische Spindel ein starres System darstelle.[1]) Da es nun nach Němecs Erfahrungen gelingt, ohne die Zelle zu töten, durch Einwirkung bestimmter Substanzen — er verwendete $^3/_4$ % Chloralhydratlösung — die achromatische Spindel „aufzulösen", so müßten sich die Teilungsfiguren bei Zentrifugierung nach solcher Narkose anders verhalten. Dies war tatsächlich der Fall. Die Chromosomen erschienen nunmehr ganz an die Wand gedrückt und man sah zahlreiche Zellen, in denen sich die Chromosomengruppen wie freibewegliche spezifisch

[1]) Betreffs anderer Theorien und bisheriger Modellversuche vgl. Rhumbler 1921.

[1]) Andrews (1915) hat ähnliches konstatiert: Wenn die Chromosomen sich an den Polen befanden, wurde die Spindel bei Zentrifugierung nicht zerquetscht. „Dies zeigt, daß sie eine starrere Struktur besitzt, als man voraussetzen möchte." Befanden sich die Chromosomen jedoch an der Äquatorialplatte, dann wurden die Spindeln platt gedrückt.

schwerere Körperchen verhalten hatten. Die „erweichte" Spindel leistete der Bewegung der Chromosomen keinen Widerstand mehr.

Damit kommen wir zur Erörterung der künstlichen Beeinflussung der Protoplasmaviskosität. Auch hier stehen wir vor einem aussichtsreichen Forschungsgebiet, dessen Bearbeitung eben erst in Angriff genommen wurde. Daß die lebende kolloide Substanz so wie die im kolloiden Zustande befindliche Materie überhaupt unter der Einwirkung der verschiedensten Außenfaktoren chemischer und physikalischer Art Viskositätsänderungen erleiden und erkennen lassen würde, war von vornherein zu erwarten (Weber 1917). Damit soll aber keineswegs gesagt sein, das lebende Protoplasma verhalte sich in jeder Beziehung ganz wie ein lebloses Kolloid; ja bei Heilbronns Versuchen an Plasmodien (1918) zeigte es sich, daß die Beeinflußbarkeit der Plasmaviskosität „keineswegs rein den für Kolloide geltenden Gesetzen der physikalischen Chemie folgte, sondern daß vielmehr ein innerer vitaler Faktor regulierend eingriff". Aber gerade diese Inkongruenzen werden besonderer Ansporn sein zum Studium am lebenden Objekt.

Es seien zunächst Versuche Heilbrunns (1915, 1920) besprochen. Er ging von der Vorstellung aus, die von ihm bewiesene Viskositätssteigerung, die Gelbildung zu Beginn der Zellteilung sei keine nebensächliche sekundäre Erscheinung, sie sei vielmehr vorherbestimmend und maßgebend für die Ausbilduug der Spindel; ist diese Annahme richtig, so muß es gelingen durch Verhinderung der Gelbildung auch die Entstehung der Teilungsfigur sowie die Zellteilung überhaupt zu verhindern und umgekehrt muß es sich nachweisen lassen, daß äußere Einflüsse, die die Zellteilung hemmen, der Viskositätssteigerung des Cytoplasmas entgegenwirken. Diese Vermutung fand in glänzender Weise volle Bestätigung.

Heilbrunn untersuchte den Einfluß einer Reihe lipoidlöslicher Substanzen. Dabei wurde die Lösung eines der grundlegenden Probleme der Zellphysiologie gefördert, der Frage nach der Wirkungsweise der Narkotika auf die lebende Substanz. Heilbrunn stellte sich die Frage: Welches ist der Effekt der Narkotika auf die Protoplasmaviskosität der Seeigeleier? Die Anästhetika wurden zunächst in Konzentrationen verwendet, bei welchen typische narkotische Wirkung zur Geltung kommt, d. h. die Zellfunktion (in diesem Falle die Teilung) eine reversible Lähmung erfährt. Werden solche narkotisierte Eier gleichzeitig mit normalen Kontrollobjekten zentrifugiert und zwar mit einer Geschwindigkeit und Dauer, die nicht ausreicht um die Granula in den normalen Eiern zu verlagern, so zeigen sich in den narkotisieren Eiern die Granula gänzlich verlagert, in die zentrifugale Hälfte des Eies geschleudert; hier hatte also der Widerstand des Cytoplasmas beträchtlich abgenommen: Die Viskosität des narkotisierten Cytoplasmas war zweifellos viel geringer als die der normalen Eier. Die Konzentration der Narkotika, die diese Herabsetzung der Plasmaviskosität bewirkt, war nun genau dieselbe, die auch die Zellteilung verhindert. Dagegen verursachen höhere Narkotikakonzentrationen, die eine dauernde, schließlich zum Tode führende Schädigung der Eier hervorrufen, eine irreversible Zunahme der Plasmazähigkeit.

Diese Versuche und Ergebnisse sind in zweifacher Hinsicht von großem Interesse. Erstens lassen sie es verständlich erscheinen, warum die Narkose die Zellteilung hemmt; es wird nämlich die für die ersten Teilungsstadien maßgebende Viskositätszunahme verhindert, ja rückgängig gemacht und in das Gegenteil verkehrt. Zweitens bilden sie einen bedeutungsvollen Fortschritt in dem langumstrittenen Problem der Narkosetheorie überhaupt. (Über die Theorien der Narkose vgl. Winterstein 1919.) Gerade in letzterer Beziehung ist es daher besonders erfreulich, daß die Befunde Heilbrunns über die Viskositätsänderung unter dem Einfluß der Narkotika keineswegs allein stehen. 1914 hatte Heilbronn[1]) mit Hilfe der Fallmethode den Nachweis erbracht, daß verdünnte Ätherlösungen die Plasmaviskosität pflanzlicher Zellen herabsetzen. Größere Bedeutung mißt Heilbronn allerdings der durch stärkere Narkotikadosen hervorgerufenen reversiblen „Plasmastarre" bei, die er für den Ausdruck der eigentlich „narkotischen" Wirkung hält. Einen vermittelnden Standpunkt nimmt neuestens Weber (1922) ein, der an ätherisierten *Spirogyren*, je nach der Konzentration des Narkotikums durch Zentrifugierung eine Erleichterung bzw. Erschwerung der Verlagerungsfähigkeit des Chloroplastenbandes feststellte, was er als Erniedrigung bzw. Erhöhung der Cytoplasmazähigkeit deutet. „Die Frage, ob der Zustand des Plasmas, bei welchem eine Herabsetzung der Plasmaviskosität erfolgt, dem Erregungs- oder dem Lähmungsstadium der Narkose entspricht, muß für *Spirogyra* verschieden beantwortet werden, je nach der Zellfunktion, die als Maß des Narkosegrades verwendet wird. Für die Funktion der Protoplasmaströmung scheint es sich dabei um das Erregungs-, für die Zellteilung um das Lähmungsstadium zu handeln."

Doch kehren wir nochmals zurück zu den Versuchen Heilbrunns. Er faßt den Begriff der Anästhesie relativ weit; er nennt Anästhetika alle Substanzen, welche einen vitalen Prozeß zum Stillstand bringen, ohne daß die Zelle, in der sich der Prozeß abspielt, getötet wird. Dazu gehören dann natürlich nicht nur die lipoidlöslichen Narkotika. Heilbrunn fand nun: Nicht alle Anästhetika verursachen eine Abnahme der Plasmaviskosität, einige vielmehr gerade den gegenteiligen Effekt (Magnesium-Narkose). „Es gibt zwei Typen

[1]) Die Namensähnlichkeit der Autoren, die Identität des bearbeiteten Problems, sowie die Gleichzeitigkeit der Forschungen dürfte für die, welche an das „Gesetz der Serie" (Kammerer 1919) glauben, von Interesse sein.

der Narkose beim Seeigelei; in dem einen ist die Viskosität des Cytoplasmas verringert, in dem anderen ist sie erhöht." Aber beide Typen hemmen die Zellteilung; der eine hält das Cytoplasma dauernd im flüssigen, der andere dauernd im starren Zustand, aber gerade der periodische Wechsel im Viskositätszustand, der für die Mitose von Bedeutung ist, kann bei beiden Narkosetypen nicht normal ablaufen: das Ei ist auf jedem Fall narkotisch an der Teilung gehemmt.

Überhaupt ist es wohl verständlich, daß ein und dieselben Außenfaktoren recht verschieden auf die Zellteilung einwirken können, je nachdem sie in ein oder das andere durch die bestimmten Viskositätsgrade charakterisiertes Stadium des Teilungsprozesses eingreifen. In rebus biologicis ist eben alles viel komplizierter, als man zunächst annehmen zu dürfen glaubt, und hier gilt wohl selten der Satz, die erste Erklärung sei auch gleich immer die beste und zutreffende. Wenn nach Heilbrunn die Hemmungswirkung auf die Zellteilung sowohl durch Mittel ausgeübt werden kann, die die Gelbildung befördern als auch durch solche, die sie verhindern, dann kann es uns andererseits auch nicht verwundern, wenn sich anscheinend widersprechende Angaben vorliegen über diejenigen Stoffgruppen, welche fördernd auf die Zellteilung einwirken.

In seinen Studien über künstliche Parthenogenese hat Heilbrunn schon 1915 gezeigt, daß alle künstlichen Parthenogenetika viskositätserhöhend wirken, Gelbildung oder Koagulation innerhalb des Eicytoplasmas hervorrufen.[1]) Eine derartige die Viskosität steigernde Wirkung kann sowohl von hypertonischen Lösungen ausgehen, die Wasseraustritt (Exosmose) bedingen, als auch von hypotonischen, die Eintritt von Wasser in die Zelle ermöglichen. Eine geringfügige Änderung der Salzkonzentration im Innern des Eies reicht eben aus um die Gelbildung auszulösen und dadurch entwicklungserregend zu wirken. Die Viskositätserhöhung tritt fast unmittelbar ein nach erfolgter natürlicher oder künstlicher Befruchtung, bevor noch irgendein anderes Anzeichen der beginnenden Entwicklung zu sehen ist. Es ist daher anzunehmen, daß man es dabei mit einem der primärsten Glieder der Kette von Prozessen zu tun hat, die zur Zellteilung führen.

Von anderen Versuchen und Gedankengängen ausgehend hat Spek (1920) experimentelle Beiträge zur Kolloidchemie der Zellteilung geliefert. Seine Fragestellung war die: Kann man durch Erhöhung des Wassergehaltes der Zelle dieselbe zu Teilungen anregen. Spek hält die Wasserentziehungstheorie für verfehlt und vermutet für den Beginn der Zellteilung eine „Verflüssigung der Zellkolloide". Sollte diese aber nicht nur sekundäre Begleiterscheinung, sondern auslösende Ursache sein, dann müßte eine geeignete Behandlung der Zellen mit quellungsfördernden Substanzen die Teilung stimulieren. Damit war das Arbeitsprogramm gegeben. Die Zellen mußten unter dem Einfluß quellungsfördernder und quellungshemmender Substanzen gebracht werden. Das Hauptversuchsobjekt war *Paramaecium caudatum*, die geprüften Substanzen verschiedene Salzlösungen. Die Salze wurden der Kulturflüssigkeit beigegeben. Das Ergebnis entsprach der Erwartung. „Stark quellende Salze, d. h. Salze, bei denen Ionen stark quellungsfördernd wirken, oder aber nur eins, ohne daß das andere entgegengesetzt wirkt, fördern die Zellteilung ganz bedeutend. LiBr, LiCl und KSCN wirken auf diese Weise. Daß diese Salze auch auf die Plasmakolloide der Paramäcien quellungsfördernd wirken, geht aus einer Volumszunahme der Tiere hervor. — Entquellend wirkende Salze wie $CaCl_2$ oder Sulfate hemmen die Zellteilungen im hohen Maße."

Spek stellt auf Grund seiner glänzenden Versuchsergebnisse eine „Quellungstheorie der Entwicklung" auf, nach der Substanzen, welche das Quellen befördern und Kolloide verflüssigen, zur Entwicklung anregen. Er sieht sich daher genötigt zu der anscheinend entgegengesetzten „Koagulationstheorie der Entwicklung" Stellung zu nehmen. Letztere war 1905 von Fischer und Ostwald aufgestellt worden und hat in den erörterten neuen amerikanischen Arbeiten nunmehr experimentelle Stütze gefunden. Auf die interessante Diskussion kann nur verwiesen werden. Spek erkennt an, daß in bestimmten Partien des Eies nämlich den Astrosphären lokale Koagulationsprozesse stattfinden können; dies muß nunmehr durch die Untersuchungen von Chambers als feststehend betrachtet werden. Dagegen können andere Bezirke des Zelleibes gleichzeitig verflüssigt werden. Auch diese Annahme hat ja durch Chambers Bestätigung gefunden. Eine solche Verflüssigung nimmt Spek insbesondere für die Äquatorzone der sich teilenden Zelle an; sie soll unter natürlichen Verhältnissen verursacht werden durch das Auftreten einer Base, die als Nebenprodukt der Nukleinsynthese entsteht und in die Äquatorregion der Zelle diffundiert.

Viskositätsänderungen des Cytoplasmas spielen aber gewiß nicht ausschließlich während der Zellteilung eine bedeutungsvolle Rolle. Mit der Zeit wird sich vielmehr gewiß herausstellen, daß die Zähigkeitsverhältnisse auch in anderen Lebens-

[1]) Bereits 1905 versuchten Fischer und Ostwald den Nachweis zu erbringen, „daß sämtliche Mittel, durch welche eine Astrosphärenbildung im Ei oder eine Befruchtung hervorgerufen werden kann, Mittel sind, durch welche ein Sol von der ungefähren Beschaffenheit des Eiplasmas zur Gelbildung veranlaßt werden kann". Erst 10 Jahre später ist die Viskositätssteigerung im Ei selbst (nach der Befruchtung) konstatiert worden. Über die künstliche Nachbildung der Astrosphären, Kernteilungsspindeln, Spermastrahlung usw. siehe die neue zusammenfassende Darstellung Rhumblers (1921); hierzu auch Buscalioni 1920 und über die Mechanik der Mitose überhaupt die eben erscheinende große „Allgemeine Pflanzenkaryologie" von Tischler 1921/22.

lagen der Zelle von Bedeutung sind; doch ist darüber noch wenig bekannt und noch weniger kann hier Erwähnung finden.

G. u. F. Weber haben 1916 zu erweisen gesucht, daß in gewissen Pflanzenzellen unter dem Einfluß des Schwerkraftsreizes, der die Orientierung der Pflanzenteile im Raume ermöglicht, eine Änderung der Plasmaviskosität als primäre Wirkung sich einstellt; dieser „geoviskosische Effekt" sollte eines der ersten Glieder sein in der Reiz- und Reaktionskette, die mit der Ausführung der geotropischen Krümmung endigt. Der geoviskosische Effekt wurde ermittelt durch Messung der Fallgeschwindigkeit der Statolithenstärkekörner in den Stärkescheidenzellen der Stengel von Bohnenkeimlingen. Bei einer eingehenden Nachprüfung konnte Zollikofer (1918) das Eintreten eines geoviskosischen Effektes in vielen Fällen nicht bestätigen. Die Autorin glaubt daher, der ursprüngliche positive Befund (nach dem durch Schwerkraftsreiz eine Änderung der Plasmaviskosität bewirkt wurde) sei durch in der Versuchsmethodik gelegenen Fehlerquellen vorgetäuscht worden. Leider hat sich seitdem niemand mehr entschlossen, die zeitraubenden Versuche erneut in Angriff zu nehmen. Im allgemeinen muß man sagen, daß heute die Konstatierung eines geoviskosischen Effektes keineswegs so überraschend erscheinen würde als zur Zeit des Beginnes der Plasmaviskositätsstudien. Die geotropische Krümmung als deren Vorläufer die Änderung der Plasmaviskosität angesehen wurde, beruht in Unterschieden der Wachstumsintensität an den antagonistischen Flanken des Organs. Bei einem negativ geotropischen Keimstengel wächst nach geotropischer Reizung die Unterseite stärker als die Oberseite. Daß aber bei Wachstumsvorgängen Plasmaviskositäts-Änderungen beteiligt sind, muß heute als höchst wahrscheinlich bezeichnet werden,[1]) und so kann auch mit einer Verschiedenheit der Plasmazähigkeit an den entgegengesetzten Stengelflanken nach geotropischer Reizung gerechnet werden. Zudem sind heute andere Fälle bekannt, wo die lebende Substanz auf einen äußeren Reiz hin mit reversibler Änderung der Zähigkeit reagiert.[2])

Bayliß, der Autor der vorbildlichen „Principles of General Physiology", hat das Verhalten der Pseudopodien lebender Amöben im Dunkelfeld beobachtet vor, während und nach elektrischer Reizung. Im ungereizten hyalinen Pseudopodium-Protoplasma werden durch ihre glänzenden Beugungsbilder eine immense Anzahl winzigster Mikrosomen sichtbar; sie befinden sich in lebhaftester Brownscher Molekularbewegung. Der allgemeine Eindruck ist der einer schimmernden zitternden Unruhe im Gesichtsfelde. Schon Kühne hatte festgestellt, daß bei elektrischer Reizung einer derartigen Amöbe die Protoplasmaströmung in ihr momentan stillsteht. Bayliß nahm nun an, daß diese Strömungssistierung bedingt sei durch eine plötzliche Viskositätserhöhung, durch den Übergang aus dem Sol- in den Gelzustand.[1]) Dies konnte nur bewiesen werden durch Beobachtung der Brownschen Bewegung; so lange sie lebhaft ist, manifestiert sich dadurch die Flüssigkeitsnatur, der Solzustand des Systems. Bei richtig abgestimmtem elektrischen Reiz ist der Effekt ungemein auffallend. Die kontinuierliche zitternde Bewegung der glänzenden Punkte, die auf die B. B. zurückzuführen ist, hört fast momentan auf, als wäre das Protoplasma erstarrt. Sobald dies erfolgt, wird der Reiz unterbrochen und fast zur selben Zeit beginnt die Brownsche Bewegung aufs neue".[2]) Ist der elektrische Shok aber zu stark, so daß der Organismus getötet wird, dann bleibt das starre Gelstadium, die Totenstarre bis zur autolytischen Auflösung der Leiche erhalten, das Solstadium und mit ihm das Leben kehrt nicht mehr zurück.[3])

Osterhout hat 1916 die Frage diskutiert, ob zwischen Permeabilität und Viskosität eine direkte Beziehung besteht, ohne zunächst dabei zu endgültigen Ergebnissen zu gelangen. Nach den Erörterungen Traubes (1914) müssen wir jedenfalls annehmen, daß die Reibungskonstante auch bei osmotischen Prozessen zur Geltung kommt. Traube gelangte dazu ein „osmotisches Gesetz" aufzustellen, „ganz analog demjenigen, welches für andere Energien besteht und für die elektrischen Vorgänge von Ohm formuliert wurde. Ist G die osmotische Geschwindigkeit, d. h. die in der Zeiteinheit osmotisch fortgeführte Menge eines Stoffes, K die durch die Oberflächenaktivität gemessene osmotische Kraft und R die Reibungskonstante, so ist $G = \frac{K}{R}$, d. h. die osmotische Geschwindigkeit ist proportional der osmotischen Kraft und umgekehrt proportional der Reibungskonstante" (vgl. auch Girard 1914). Änderungen der Zähigkeit besonders an den peripheren Plasma-

[1]) Nach Borowikow (1913) fördert die Quellung der Kolloide der Zelle den Wachstumsprozeß (Streckungswachstum). Vgl. hiezu ferner Lloyd (1916/17) sowie dessen ausgezeichnetes Praktikum der allgemeinen Physiologie 1921. Ein analoges Praktikum fehlt in der deutschen Literatur; zu vergleichen sind nur die neuen Praktika der Kolloidchemie bzw. physikalischen Chemie von Ostwald und Michaelis, die aber naturgemäß die Verhältnisse der „lebenden Substanz" nicht so eingehend berücksichtigen.

[2]) Grafe hat 1919 Gedanken über den Zusammenhang zwischen Quellung und Entquellung und den Reizreaktionen im allgemeinen publiziert. Mittel die quellungsfördernd wirken, fördern die Erregungsleitung.

[1]) Auf den Zusammenhang zwischen Protoplasma-Viskosität und -Strömung wurde schon von zahlreichen Autoren hingewiesen, vgl. insbes. Ewart 1903.

[2]) In diesem Zusammenhange ist die neue Theorie A. Meyers (1921, S. 638) von Interesse, nach der die Protoplasmaströmung verursacht ist durch eine geordnete Wärmebewegung der Moleküle.

[3]) Über die zahlreichen Beobachtungen verschiedener Autoren (Gaidukow 1914, Russo 1910, Chambers 1917, Seifriz 1920/21 u. a.) über die Viskositätsverhältnisse während der Nekrobiose und beim Eintritt des Todes kann hier nicht referiert werden.

schichten müssen daher für die Geschwindigkeit des osmotischen Stoffaustausches mit verantwortlich sein.

Zum Schluß sei noch auf die Beziehung zwischen Zellform und Protoplasmaviskosität verwiesen. Eine solche wurde schon wiederholt gelegentlich angenommen u. a. von Spiro (1910), Gräper (1919).[1]) Hier sei jedoch nur der speziellere Fall erörtert, wobei die Konsistenz des Protoplasmas maßgebend ist für die Art und Weise der Pseudopodienbildung einzelner Zellen. Schon 1910 hat Leo Loeb gezeigt, daß die Pseudopodienbildung der Blutzellen von Limulus[2]) von denjenigen Ionen des umgebenden Mediums begünstigt wird, die einer Quellung von Gelatine oder einer Verflüssigung von Eiweiß entgegenwirken; umgekehrt hemmen diejenigen Ionen die Pseudopodienbildung, welche die Quellung und Verflüssigung gewisser Kolloide fördern. 1921 hat Loeb diese Versuche wieder aufgenommen. Beim Austreten des Limulus-Blutes bildet sich ein Klumpen künstlichen Gewebes, welches ausschließlich aus Amöbocyten besteht. Dies Gewebe wird im hohlgeschliffenen Objektträger kultiviert und sein Verhalten insbesondere der Grad des „Auswachsens" und die Form der Pseudopodien in den verschiedensten Kulturmedien und -bedingungen studiert.[3]) Durch Änderung im osmotischen Druck des umgebenden Mediums ist es möglich die Konsistenz der Zellen zu verändern und zugleich auch den Charakter der amöboiden Bewegung. Die Pseudopodien können die mannigfachste Gestalt annehmen. Die normalerweise im Innern des Tieres zirkulierenden Blutzellen sind flache Scheiben; nach Verlassen des Körpers kugeln sie sich ab; in hypertonischen Lösungen bilden sie fadendünne Pseudopodien oder spitzzungenförmige, in isotonischen können breitzungige entstehen, in schwach hypotonischen überwiegen die letzteren, bei stärkerer Hypotonie bildet sich das „Ballonpseudopodium" aus. Vereinigen sich diese verschiedengestalteten Zellen, so entstehen Gewebe mit Strukturen analog dem Nerven- resp. Gliagewebe. Alle diese verschiedenen Pseudopodienformen stehen in Zusammenhang mit bestimmten Viskositätsgraden des Protoplasmas. Die Änderungen der Konsistenz sind der primäre Faktor bei der amöboiden Bewegung und Gestaltung der Amöbocyten sowie der Leukocyten überhaupt und ebenso auch der Protozoen. Die Änderung der Oberflächenspannung, der man bisher allzuhohe Bedeutung beigemessen hat, folgt erst sekundär nach. Auch ein prinzipielles Verständnis dieser ständig wechselnden reversiblen Konsistenzänderungen ist ermöglicht (insbesondere nach den kolloidchemischen Forschungen eines Wo. Pauli (1920) und eines J. Loeb (1918, 1920)[1]) durch die kombinierte Einwirkung von Säuren, Alkali und Neutralsalzen auf die Proteine. Schwach hypotonische KCl-Lösungen führen z. B. zu einer deutlichen Erweichung der ganzen Zelle und zu merkwürdigen „Zirkus-Bewegungen".

Aber nicht nur chemische Veränderungen der umgebenden Flüssigkeit, sondern ebenso die physikalischen, vor allem die Temperatur-Verhältnisse beeinflussen die Form der Pseudopodienbildung. Geringe Temperaturerhöhung begünstigt das Einziehen der Fortsätze und eine Abrundung und Kontraktion der Blutzellen. Bei etwas stärkerem Temperaturanstieg gehen ganz spezifische Formänderungen vor sich, die am ausgeprägtesten sich äußern in der Bildung von multiplen Tropfenpseudopodien, wodurch eigenartige „Maulbeerzellen" zustande kommen. Die Erklärung, sagt Loeb, ist gegeben in einer zunehmenden Verflüssigung des Protoplasmas infolge der Temperaturerhöhung. Die Viskositätsabnahme, welche reversibel ist, äußert sich bei den Blutzellen im Auftreten von Brownscher Bewegung von vorher unbeweglichen Mikrosomen.

[Eine eingehende messende Verfolgung der Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität hatten im übrigen an pflanzlichen Zellen mit Hilfe der Fallmethode bereits 1917 F. u. G. Weber gegeben. Dabei wurde ebenfalls Viskositätsabnahme bei steigender Temperatur konstatiert und der Temperaturkoëffizient (Q_{10}) mit durchschnittlich 1—2 bestimmt.]

Von ganz besonders schöner Ausbildung sind die Pseudopodien der Foraminiferen; sie können anwachsen bis zu einer Länge von mehreren mm ja selbst von Zentimetern und doch überschreitet ihr Breitendurchmesser einige tausendstel Millimeter nicht. Dies schien mit den physikalischen Gesetzen der Flüssigkeiten unvereinbar. Die Kräfte der Oberflächenspannung zerreißen einen Faden, wenn er über eine gewisse Länge hinaus ausgedehnt wird. Man nahm daher zur Erklärung der langen fadenförmigen Rhizopoden-Pseudopodien an, daß in deren Achse ein fester Faden, ein Achsenfaden eingelagert sei. Doflein hat nun 1916 die Entstehung der Foraminiferen-Pseudopodien eingehend studiert. Bei Dunkelfeldbeleuchtung konnte er tatsächlich sehen, daß diese Pseudopodien aus zwei verschiedenen Substanzen bestehen: Ein gerader fast wie ein Telegraphendraht aussehender fester Achsenfaden das „Stereoplasma" wird außen vom flüssigen Protoplasma, dem „Rheoplasma" wie von einem Mantel umhüllt. Auf welche Weise streckt sich solch ein Pseudopodium aus? Man sieht „einen feinen Strahl stark leuchtender Substanz sich vollkommen geradlinig vorschieben. Manchmal geht dies ziemlich langsam vor sich. . . . Nicht selten streckt sich der Faden aber auch sehr rasch vor, man hat geradezu den Eindruck eines Aufschießens."

[1]) Über die Bedeutung von Viskositätsänderungen für Fragen der Biochemie siehe Richter (1921).

[2]) Limulus, der Molukkenkrebs gehört zu den Pfeilschwänzen (Xiphosuren).

[3]) Vgl. auch die inhaltsreiche Studie von Levi (1919) über Kulturen tierischer Zellen in vitro.

[1]) Siehe auch McDougal und Spoehr (1920).

Sofort, oder erst später sieht man dann den Achsenfaden von Rheoplasma umflossen. Dieser ganze Prozeß läßt sich an Modellversuchen nachahmen. „Schiebt man z. B. ein sehr feines Haar durch einen auf einem Objektträger ausgebreiteten Wassertropfen, so läßt sich ein langer pseudopodienähnlicher Fortsatz des Tropfens erzeugen; das Wasser bildet einen Mantel um das Haar"; dieser Überzug hat die Tendenz sich zu kugeligen Tropfen zusammenzuziehen. Dieser Tendenz wirkt aber die Adhäsion an das Haar entgegen; infolgedessen entsteht ein „Unduloid". Dieses hält sich relativ lange, noch länger bei Flüssigkeiten von größerer Viskosität. So lassen sich derartige „künstliche Pseudopodien" besonders schön erzielen aus Canadabalsam mit Hilfe eines Haares in Glyzerin.

Für unsere Betrachtung ist es von besonderem Interesse, daß in diesem stereoplasmatischen Achsenfaden ein Protoplasma vorliegt, das einen ganz besonderen Grad von Zähigkeit, ja Festigkeit erlangt hat; die Achsenfäden können sich elastisch biegen und zurückschnellen, ja knicken und brechen. Der Übergang aus der normal flüssigen in diese feste Phase vollzieht sich rasch und ebenso rasch der entgegengesetzte Prozeß der Verflüssigung. Wie so oft in der lebenden Substanz bestehen Teile flüssiger und fester Konsistenz nebeneinander und können ineinander übergehen, verbunden durch alle Grade der Viskosität.

Doflein schließt seine Pseudopodienstudien mit den Worten: „Das Rätsel des Protoplasmas, welches das Rätsel des Lebens ist, wird jeden Naturforscher immer wieder anziehen. Wo wir eine Möglichkeit sehen, ihm näher zu kommen, müssen wir sie ergreifen. Ich glaube, daß die hier von mir verzeichneten Beobachtungen uns manche bisher nicht erklärbaren Besonderheiten des Protoplasmas auf bekannte Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen erlauben. Sie zeigen, welche neue Gesichtspunkte uns oft eine neue Methodik an viel untersuchten, alt bekannten Objekten anzuwenden erlaubt. Ich hoffe, daß eine Verfolgung der hier berührten Probleme uns ein Stück dem Ziel näher bringen wird, die Besonderheiten des Protoplasmas, der lebenden Substanz auf Gesetze der Chemie und Physik zurückzuführen" — oder aber wir werden so erkennen, daß es doch vitale Besonderheiten gibt, die sich nicht „erklären" lassen, daß wir das Ziel nicht erreichen werden. Und nur das unerreichte Ziel scheint uns erstrebenswert und schön.

Literatur.

Albrecht, 1898, Unters. z. Struktur des Seeigeleies. Gesell. Morphol. u. Physiol. München, **13**.

Andrews, 1915, Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen. Jahrb. wissensch. Botanik **56**.

Bayliss, 1920, The properties of colloidal systems IV. Proc. Roy. Soc. London. Ser. B. **91**.

Borowikow, 1913, Über die Ursachen des Wachstums der Pflanzen I. u. II. Biochem. Zeitschr. **48** u. **50**.

Buscalioni, 1920, Nuove osservazioni sulle cellule artificiali. Catania.

Chambers, 1917, Microdissection studies I. Amer. Journ. Physiol. **42**.

— —, 1918, The microvivisection method. Biolog. Bulletin **34**.

— —, 1919, Changes in protoplasmic consistency. Journ. General Physiol. **2**.

Chifflot et Gautier, 1905, Sur les mouvements browniens interprotoplasmiques. C. r. Soc. Biologie.

Doflein, 1915, Studien zur Naturgeschichte der Protozoen VII. Zoolog. Jahrb. Anat. Abt. **56**.

Ewart, 1903, On the physics and physiology of protoplasmic streaming in plants.

Fischer und Ostwald, 1905, Zur physik. chem. Theorie der Befruchtung. Pflügers Archiv **106**.

Gibson, 1920, Refer. in Berichten ges. Physiologie **2**, 354.

Girard, 1914, Refer. in Ztrbl. f. Bioch. u. Biophys. **18**, 301.

Grafe, 1917, Gedanken zur chem.-physik. Analyse der Reizerscheinungen, Zoolog. botan. Ges. Wien.

Gräper, 1919, Mechan. Betracht. über Zellform u. Zellgröße. Archiv f. Entw.-Mechanik **45**.

Heilbronn, 1914, Zustand des Plasmas u. Reizbarkeit. Jahrb. f. wissensch. Botanik.

— —, 1918, Neue Methode zur Messung der Plasmaviskosität. Bericht deutsch. botan. Gesellsch. **36** (5).

Heilbrunn, 1913, Stud. in artificial Parthenogenesis I. Biol. Bulletin **24**. 1915, II, **29**.

— —, 1920, An exper. study of cell division I. Journ. of exper. Zoology. **30**.

— —, 1920, The physical effect of Anesthesia upon living protoplasm Biol. Bull. **39**.

Kite, 1913, Stud. on the physical properties of protoplasm I. Amer. Journ. of Physiol. **32**.

Levi, 1919, Nuovi studi su cellule coltivate „in vitro", Arch. italiano di Anatomia **16**.

Leblond, 1919, Le passage de l'état de gel à l'état de sol. C. r. Soc. Biologie **82**; 1150 u. 1220.

Loeb, J., 1920, The action of salts ... Journ. of Gener. Physiology 3 u. 1918 Stud. f. Rockefeller Institute **31**.

Loeb. L., 1921, Amoeboid movement, tissue formation and consistency of proplasm. Amer. Journ. of Physiol. **56**.

Lloyd, 1916, The effect of acids . . . on the growth of the protoplasm. Torrey Botan. Club **17**.

— — 1917, The colloidal properties of protoplasm. Transact. Roy. Soc. of. Canada **11**.

Lloyd and Scarth, 1921, Introductory course in general Physiology McGill University Canada.

McDougal and Spoehr, 1920, The components and colloidal behavior of plant protoplasm. Proc. Amer. Philos. Society **59**.

Meier, 1921, Effect of direct current on cells. Botanical Gaz. **72**.

Meyer, 1921, Analyse der Pflanzenzelle II. 1. Jena.

Miehe, 1901, Über Wanderungen des pflanzlichen Zellkerns. Flora **88**.

Mohl, 1846, Über die Saftbewegung . . . Botan. Zeitg.

Nèmec, 1915, Einiges über zentrifug. Pflanzenzellen. Bull. intern. Ac. de Bohème **20**.

Osterhout, 1916, Permeability and viscosity. Science.

Pauli, 1920, Kolloidchemie der Eiweißkörper.

Prankerd, 1920, Statocytes of the wheat haulm. Botanic. Gaz. **70**.

Richter-Quittner, 1921, Bedeutung der Quellung u. Entquellung. . . Biochem. Zeitschr. **121**.

Russo, 1910, Recherches ultramicroscopiques. . . . Arch. intern. de Physiol. **10**.

Rhumbler, 1921, Methodik der Nachahmung von Lebensvorgängen in Abderhaldens Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden V. **3**.

Seifriz, 1920, Viscosity values of protoplasm. Botanic. Gaz. **70**.

— —, 1921, Observ. on some physic. properties of protoplasm. Ann. of Botany **35**.

Spiro, 1920, Physikal. Chemie der Zelle in Oppenheimers Biochemie II. 1.
Spek, 1920, Beiträge zur Kolloidchemie der Zellteilung. Kolloidchem. Beihefte **12**.
Tischler, 1921/22, Allgemeine Pflanzenkaryologie. Berlin.
Traube, 1914, Über den Einfluß der Reibung. . . Intern. Zeitschr. f. Biologie. **1**.
Weber, 1917, Plasmaviskosität pflanzlicher Zellen. Zeitschr. f. allgem. Physiol. **18**.
— —, 1917, Temperaturabhängigkeit der Plasmaviskosität. Ber. deutsch. bot. Ges. **34**.
— —, 1916, Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Jahrb. wiss. Botanik. **57**.
— —, 1921, Zellsaftviskosität lebender Pflanzenzellen. Ber. deutsch. botan. Ges. **39**.
— —, 1922, Zentrifugierungsversuche mit ätherisierten Spirogyren. Bioch. Zeitschr.
Winterstein, 1919, Die Narkose.
Zollikofer, 1918, Wirkung der Schwerkraft auf die Plasmaviskosität. Beiträge zur allgemeinen Botanik. **1**.

Nachtrag. Während der Drucklegung erschienen:
Chambers, 1921, The formation of the Aster in artificial Parthenogenesis. Journ. Gener. Physiol. **4**.
Heilbrunn, 1921, Protoplasmic viscosity changes during mitosis. Journ. experim. Zoölogy. **34**.

Der neue zentralafrikanische fossile Menschenfund.

Von **Hans Reck**,
Geolog.-paläontolog. Institut der Universität Berlin.

[Nachdruck verboten.]

Durch die Zeitschriften und Zeitungen der letzten Wochen gingen — besonders in England aber auch bei uns — zahlreiche Artikel über einen neuen Fund vorzüglich erhaltener Reste eines Menschen in einer Höhle in Broken-Hill-Mine in Nord-Rhodesien. Die Erhaltung der Einzelteile läßt darauf schließen, daß ein ganzes Skelet vorgelegen haben dürfte, von dem jedoch nur Teile gerettet wurden.

Es ist eine immer wiederkehrende Erscheinung, daß bei solchen Funden der Sensation des Neuen, Seltenen sofort das Aufeinanderplatzen der abweichendsten Meinungen folgt und die weitestgehenden Hypothesen auf ganz unsicherem Grunde wie Pilze aus der Erde schießen.

So sieht A. Keith verschiedene Merkmale des Schädels als primitiver an, als die des deutschen Neandertalers, sucht und findet viel Vergleichbares mit dem Gibraltarschädel und möchte nun das Ursprungsland dieses ganzen Menschentypus sogleich nach Südafrika verlegen, von wo dann auch unser deutscher Neandertaler seine Wanderung begonnen hätte.

Woodward dagegen spricht den Schädel als im ganzen weniger primitiv und daher jünger als den Neandertaltyp an, obwohl auch er noch Spuren eines affenartigen Vorfahren in ihm zu entdecken glaubt. Moderner Gehirnschädel und primitives Gesicht erscheinen in merkwürdigem Gegensatz.

Nun hat schon Prof. Martin in einem Aufsatz in den Münchener Neuesten Nachrichten all diese Behauptungen einer sehr nötigen abwägenden Kritik unterzogen. Ich will daher auf das anthropologische Moment der Frage hier nicht mehr eingehen, kurz beleuchten möchte ich dagegen die geologischen Begleitumstände des Fundes.

Man kann wohl sagen, daß nicht nur anthropologisch sondern auch geologisch bisher nichts Beweisendes für das Alter des Fundes beigebracht ist. Die geringe Fossilisation der Knochen spricht eher gegen wie für ein hohes Alter der Funde, denn der Fossilisationsprozeß kann in den Tropen erstaunlich schnell und intensiv vor sich gehen, während andererseits der restlose Zerfall sehr rasch sich zu vollziehen pflegt, wo keine guten Fossilisationsbedingungen vorliegen — man wird aber nicht sagen dürfen, daß dem in allen Fällen so sein muß. Auf diesem Wege allein ist kaum ein entscheidender Beweis möglich.

Geologisch höchst uncharakteristisch ist auch der Fundort. Eine Höhle kann jeden Alters sein. Und selbst wenn die Höhlenbildung eines begrenzten Gebietes ihrem Alter nach geologisch bestimmt werden kann, was hier meines Wissens noch nicht der Fall ist, so wird dies immer nur eine generelle Bestimmung sein, ohne für die Bildungszeit der Einzelhöhlen eine scharfe Grenzziehung zu ermöglichen, außerhalb der nach oben oder unten keine Höhle mehr entstanden oder weiter gebildet worden sein könnte.

Außerordentlich wichtig dagegen sind für die Altersdeutung die den Menschenfund begleitenden tierischen fossilen Reste. Von diesen wird aber allseits hervorgehoben, daß sie völlig rezent seien. Das spricht sehr gegen ein auch nur jung- bis mitteldiluviales Alter, denn wir wissen von einigen anderen zentralafrikanischen Fundpunkten heute bereits sicher, daß die jung-mitteldiluviale Fauna Afrikas wesentlich abweichend von der heutigen zusammengesetzt war. Das gilt in erster Linie von den Elefanten. Den heutigen afrikanischen Elefant kennt man im Diluvium Afrikas noch nicht, wohl aber bildet eine ganz und gar abweichende Elefantenrasse, ein Elephas antiquus, einen überaus charakteristischen Bestandteil diluvialer afrikanischer Säugetierfaunen.

Ist also — und das muß auch noch festgestellt werden — der Mensch gleichzeitig mit der heute mit ihm vereinten Fauna in die Höhle geraten — wobei die Massenanhäufung verschiedenartiger Knochenreste nichts geologisch Seltenes ist, wenn auch die Genese solcher Lagerstätten ein noch nicht befriedigend gelöstes Problem darstellt — und ist diese Fauna in der Tat rezent, dann verringert sich die Wahrscheinlichkeit, daß hier ein diluvialer Menschenfund vorliegt, noch um ein Beträchtliches.

Doch ist auch hier Vorsicht nötig. Bei den Tausenden von Tierknochen der Höhle bedarf es einer sehr eingehenden Untersuchung, um bestimmt sagen zu können, ob die Fauna rezent oder prärezent ist. Eine solche genaue Untersuchung scheint aber noch nicht geschehen zu sein. Denn nicht alle Tierformen haben sich seit

diluvialer Zeit gleichmäßig geändert. Manche gar nicht. Viele nur in bestimmten Skeletteilen. Andere ältere Formen dagegen fehlen der heutigen Fauna vollständig.

Trotz unserer geringen Kenntnis der diluvialen zentralafrikanischen Fauna können wir doch heute schon mit Sicherheit sagen, daß sie in vielem (und das gilt besonders für wenig charakteristische Einzelknochen) der heutigen zwar gleich oder ähnlich ist, daß sie aber auch zahlreiche Abweichungen von heutigen Formen und vor allem zahlreiche ausgestorbene Typen und selbst Genera hat, welche ihren Gesamthabitus von dem heutigen Bild ganz wesentlich verschieden erscheinen lassen.

Und noch einen Punkt möchte ich in die Diskussion des neuen Fundes tragen. Vor dem rhodesischen Fund bereits hat eine deutsche Expedition in deutsch-afrikanischer Erde einen fossilen zentralafrikanischen Menschen gefunden und geborgen. Es war die 1913 von Berlin ausgegangene Oldoway Expedition, welche mit den ersten reichen Funden einer jung-mitteldiluvialen zentralafrikanischen Säugetierfauna auch ein vollständiges fossiles Menschenskelet mit nach Hause brachte, das heute im Berliner Museum für Naturkunde aufbewahrt wird.

Die Ungunst der Verhältnisse und der Zeit hat die Bearbeitung und Veröffentlichung der Resultate dieser Expedition immer wieder verzögert. Außer der teilweisen Bearbeitung des Elefantenmaterials konnten bisher nur vorläufige Mitteilungen darüber publiziert werden. Über den Menschenfund ist das letzte Wort noch nicht gesprochen. Die Fauna, mit der er zusammenliegend in festen gebankten Tuffen längst erloschener Vulkane gefunden wurde, ist sicher jung- bis mitteldiluvial. Das hat besonders die Bearbeitung der Elefanten gelehrt. Das Menschenskelet selbst jedoch, dessen fossiler Habitus ebenso wie seine Vollständigkeit auffällt, gehört sicher einem hoch entwickelten Typ an. Wohin er zu stellen ist, ist noch fraglich. Meist sprechen ihm die Anthropologen negroide Eigenschaften ab, und sehen Hinweise auf eine indisch-asiatische Heimat, was mit dem Bild der Fauna in gutem Einklang stehen würde. — Ist der Mensch nun in der Tat gleichzeitig mit dieser ihm nicht fremd gegenüberstehenden Fauna in die Tuffe eingebettet worden, so haben wir hier einen geologisch fixierbaren diluvialen afrikanischen Menschenfund vor uns, der bei dem neuen rhodesischen Vorkommen an erster Stelle zum Vergleich heranzuziehen wäre, was meines Wissens bisher noch nicht geschehen ist.

Bücherbesprechungen.

Bölsche, Wilhelm, Vom Bazillus zum Affenmenschen. Naturwissenschaftliche Plaudereien. 11.—15. Tausend. Vollständig umgearbeitete und erweiterte Neuausgabe. 320 S. Jena 1921, Eugen Diederichs. 40 M., geb. 55 M.

Es ist eine wahre Erquickung — auch für den Fachmann — sich in den jetzigen Zeiten in ein Werk wie das vorliegende versenken zu können. Der Titel verleitet zu der Vorstellung, als ob wir es hier mit einer mehr oder weniger streng durchgeführten entwicklungsgeschichtlichen Darlegung zu tun hätten, wie sie sich etwa in dem Werke Konrad Guenthers: „Vom Urtier zum Menschen" findet. Wie sich aber schon aus dem Untertitel und aus den Kapitelüberschriften ergibt, liegt hier doch etwas ganz anderes vor und der Titel deckt nicht den vielseitigen Inhalt. Die einzelnen Abschnitte lauten: Bazillusgedanken; Vom klassischen Boden des Ichthyosaurus (dieses Kapitel wurde ganz neu niedergeschrieben); Wenn der Komet kommt; Ein lebendes Tier aus der Urwelt; Das Geheimnis des Südkontinents; Der Affenmensch von Java; Vom dicken Vogt; Das Märchem des Mars.

Wir wollen doch sehr dankbar sein, daß wir einen Bölsche haben, der die Resultate der wissenschaftlichen Arbeit, wie sie in unseren Laboratorien, Museen, Sternwarten und Studierstuben in mühsamer, tiefgründiger Forscherarbeit heranreiften, in weite Kreise hinausträgt und sie meist erst auf diese Weise der Allgemeinheit nahe bringt und sie dem Verständnis der Laien erschließt. Freilich kommt es hierbei alles auf das wie an und da ist der Leser bei Bölsche unter gewissenhafter und sachkundiger Führung. Allein schon das hier zur Besprechung stehende Buch ergibt ein erstaunlich umfassendes Studium, oft bis in kleinste Einzelheiten hinein, sowohl nach der literarischen, geschichtlichen, philosophischen als auch vor allem nach der naturwissenschaftlichen Seite hin, ferner eine verblüffende Übersicht über die Bewertung der einschlägigen Forschungen. Bei dieser glänzenden Beherrschung der Spezialgebiete und bei der hinzutretenden geistreichen künstlerisch gewandten Behandlung baut sich ein Ganzes von bestrickendem Reiz auf, dessen Fundamente, wie gesagt, immer auf dem Boden der Wissenschaft ruhen. Und dort wo die Wissenschaft selbst noch tastet und Zuflucht nehmen muß zu Hypothesen, und wie oft ist das der Fall, da sehen wir nicht selten bei Bölsche eine vorsichtige und zurückhaltende Weiterführung in oft wundervollen Entwicklungsgängen, die den Wert oder Unwert dieser oder jener Hypothese durch diese Gesamtschau in eine neue Beleuchtung rückt.

Seit langem ist die Fähigkeit Bölsches anerkannt, auch die trockenste und schwierigste Materie dem Laien schmackhaft und mundgerecht zu machen. Sein Stil ist einfacher und schlichter

geworden, aber, wie mir scheint, um so eindrucksvoller.

Auf die einzelnen Kapitel kann hier nicht eingegangen werden. Es sei nur bemerkt, daß die geistvolle Skizze: „Vom dicken Vogt" wohl das Beste sein dürfte, was je über Karl Vogt geschrieben worden ist mit warmer Anerkennung, humorvoller Satyre und „mit feiner Bonhomie, aber doch mit einem Stich in die Karikatur".

v. Buttel-Reepen.

Mayer, Adolf, Lehrbuch der Agrikulturchemie in Vorlesungen. 7. neubearb. Aufl. Bd. 1. Die Ernährung der grünen Gewächse in 27 Vorlesungen zum Gebrauch an Universitäten und höheren landwirtschaftlichen Lehranstalten, sowie zum Selbststudium. 8°. VIII und 460 S. 40 Textabbild. und 1 Tafel. Heidelberg 1920, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. Geb. 54 M. u. Sortim.-Zuschlag.

Wenn man die Zahl der Auflagen als Maßstab für die Güte eines Buches anlegt, so erscheint es überflüssig, dem Mayerschen Lehrbuch noch eine besondere Empfehlung mit auf den Weg zu geben. Im Jahre 1870 zum ersten Male erschienen, hat es bisher 6 Auflagen erlebt und das große Interesse, das sowohl von Seiten der Studierenden als auch Lehrer und Forscher für dieses Buch besteht, hat eine Neuauflage notwendig gemacht. Wieder auf den neuesten Stand unseres Wissens gebracht, gibt das vorliegende Buch ein klares, übersichtliches und vollständiges Bild von der Pflanzenernährungslehre; dabei hat deren historische Entwicklung soweit Erwähnung gefunden, als zum Verständnis des Gegenwärtigen notwendig ist. Gerade darin besteht ein besonderer Vorzug dieses Lehrbuches. Denn nichts ist mehr geeignet, ein vollständiges Verständnis für eine Sache zu erzeugen, als sie werden zu sehen. Der Umstand, daß Adolf Mayer als Nestor der Agrikulturchemiker die Entwicklung miterlebt und außerdem selbsttätig mit gefördert hat, verleiht ihm die Lebhaftigkeit der Schilderung, die Gründlichkeit und Klarheit der Darstellung.

Der Stoff ist in Form von Vorlesungen dargelegt und folgendermaßen eingeteilt:

I. Abschnitt: Die stickstoffreien organischen Bestandteile der Pflanzen.
Vorlesung 1—5: Die Produktion von organischer Substanz.
Vorlesung 6: Wanderung der organischen Substanz.
Vorlesung 7: Die Pflanzenatmung.
Vorlesung 8—10: Die stickstoffreien organischen Bestandteile der Pflanze.
II. Abschnitt: Die stickstoffhaltigen Bestandteile der Pflanze.
Vorlesung 11—15.
III. Abschnitt: Die unverbrennlichen Bestandteile der Pflanze.
Vorlesung 16—20.
IV. Abschnitt: Die Gesetze der Stoffaufnahme.
Vorlesung 21—25.
V. Abschnitt: Sonstige Vegetationsbedingungen.
Vorlesung 26—27.

Am Ende jedes Abschnittes sind die wichtigsten Ergebnisse in kurzen Sätzen zusammengefaßt. Auf diese Weise ist die ganze Lehre der Pflanzenernährung auf 99 Thesen zusammengedrängt. Diese Zusammenfassung nützt dem Lehrer zur schnellen Orientierung über den Inhalt der einzelnen Abschnitte; dem Studierenden aber bietet diese Vereinheitlichung des reichen und mannigfaltigen Stoffes eine klare Übersicht, die ihm bei Wiederholung wertvolle Dienste leistet.

Da das Mayersche Lehrbuch hauptsächlich die rein pflanzenphysiologischen Momente hervorhebt, bietet es eine willkommene Ergänzung zu dem Lehrbuch von Schneidewind, welches in erster Linie die praktische Seite der Pflanzenernährung beleuchtet. Es ist für den Botaniker, der sich über die Ernährung der Pflanzen eingehender unterrichten will, ebenso wertvoll wie für den Agrikulturchemiker, wenn dieser beabsichtigt, nach der theoretischen Seite hin sich zu vervollkommnen.

Die Ausstattung des Buches ist eine sehr gute.

Wießmann (Berlin).

Kühn, Alfred, Morphologie der Tiere in Bildern. 1. Heft: Protozoen; 1. Teil: Flagellaten. 106 S. Berlin 1921, Gebr. Borntraeger. 21 M.

Das erste Heft eines groß angelegten Werkes liegt vor uns. Der Verf. beabsichtigt in einer großen Anzahl von Einzelheften eine vollständige Bildersammlung des gesamten Tierreiches zu geben, um dadurch das Verständnis der tierischen Baupläne zu erleichtern. Das erste Heft, welches die Klasse der Flagellaten behandelt, ist erschienen. Mit sehr großem Fleiß sind die Abbildungen der wichtigsten Formen und Typen dieser Protozoengruppe aus den Originalarbeiten zusammengesucht und in einheitlicher Darstellung wiedergegeben. Der kurze zu den Bildern gehörige Text bringt eine ganz kurze, aber klare Übersicht über die wichtigsten, charakteristischen Eigenschaften und Bauverhältnisse des betreffenden Tieres. Sämtliche Abbildungen sind als Federzeichnungen umgezeichnet und als Zinkätzungen wiedergegeben. Gerade diese einheitliche Ausführung der Figuren ermöglicht eine Vergleichung der verschiedenen Formen und damit eine Ableitung der einzelnen Typen voneinander und die Klärung ihrer verwandtschaftlichen Verhältnisse. Die außerordentlich klaren und sauberen Zeichnungen sind teils vom Verf. selbst, teils von Fräulein Else Armbruster hergestellt. Daß allein die Darstellung der Klasse der Flagellaten über 100 Seiten Raum einnimmt, zeigt, daß die getroffene Auswahl der Formen sehr reichhaltig ist und, daß man in dem Heft sehr viel mehr Typen vertreten findet als etwa in den üblichen Lehrbüchern.

Diese neue Bildersammlung wird daher sowohl dem Forscher, der die Verwandtschaftsverhältnisse der Formen untersucht, eine reiche Materialsammlung an die Hand geben, als auch dem Lernenden, der die Bauverhältnisse der Tiere kennen lernen will, mühseliges Einzelstudium erleichtern; und besonders der Unterrichtende, sei es in der Schule oder im Kolleg, findet in diesem Werke eine übersichtliche Auswahl brauchbarer Abbildungen aller wichtigeren Typen. Mögen weitere Hefte diesem ersten recht bald folgen und das Werk die ihm gebührende Verbreitung finden.

A. Pratje, Halle a. S.

Schoenichen, W., Praktikum der Insektenkunde nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. 227 S. mit 261 Abb. im Text. Jena 1921, G. Fischer. Preis brosch. 34 M., geb. 40 M.

Wer den Körperbau der Insekten in seiner unerschöpflichen Mannigfaltigkeit und Zweckmäßigkeit seiner einzelnen Teile näher kennen gelernt hat, wird mit dem Verf. darin übereinstimmen, daß sich die Insekten wie kaum eine andere Tiergruppe als Studienobjekte für mikroskopische Untersuchungen und zur Einführung in biologisch-ökologische Betrachtungen eignen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist das Schoenichensche Praktikum entstanden, das jetzt in zweiter Auflage vor uns liegt. In erster Linie für den Unterricht an Schulen und zur Ausbildung von Lehramtskandidaten bestimmt, hat es auch rasch an den Hochschulen Verbreitung gefunden. Bei der Darstellung ist grundsätzlich nur das Chitinskelett berücksichtigt worden, dessen Teile sich ohne Mühe für mikroskopische Studien herrichten lassen, ohne daß wie bei den inneren Organen kompliziertere Methoden, wie Färben, Schneiden u. a. nötig werden. In den Kreis der Betrachtungen sind Vertreter aus den verschiedensten Insektengruppen gezogen, vorzugsweise solche, die aus biologischen Gründen unser Interesse beanspruchen dürfen. Neu hinzugefügt wurden in der vorliegenden Auflage Abschnitte über die niedersten Insekten, die Thysanuroidea, und über blütenbesuchende Hautflügler, Käfer und Fliegen. Sehr zu begrüßen ist, daß auch weiter mehrere wirtschaftlich oder hygienisch wichtige Insekten, wie die Kleiderlaus, der Hundefloh, Borkenkäfer u. a. aufgenommen worden sind. Bemerkenswert sind die vielen gut gelungenen Textfiguren, die den Gebrauch des Buches wesentlich unterstützen. Die Zahl dieser Abbildungen wurde in der vorliegenden Auflage noch um 60 vermehrt.

R. Heymons.

Arrhenius, Svante, Der Lebenslauf der Planeten. 35 Abb. 166 S. Leipzig 1921, Akadem. Verlagsgesellschaft m. b. H.

Der Verf. gibt hier eine Ergänzung seiner Kosmogonie im „Werden der Welten". Er bespricht zunächst ausführlich die Ergebnisse der neueren Forschungen über Wesen, Form und Ausdehnung der Milchstraße, der Grundlage des Sternsystems und erörtert dann die Frage nach der Stellung der Nebel und kugeligen Sternhaufen zur Milchstraße, wieweit man annehmen darf, es hier mit selbständigen Systemen zu tun zu haben, wobei die Untersuchungen Shapleys die gebührende Würdigung finden. Aus den nächsten drei Kapiteln spricht ganz der Physiker, wenn er die klimatische Bedeutung des Wasserdampfes höchst anschaulich schildert und die physikalische und chemische Bedeutung der Atmosphären, ihrer Zusammensetzung und chemischen Veränderung in geologischen Zeiten hervorhebt. Mars verdient ein besonderes Kapitel, wenig bekannte Einzelheiten aus der Marsforschung, wie die Feststellung des Wassergehaltes der Marsatmosphäre, finden wir hier, und auf sie sich aufbauend eine Marsmeteorologie, die viel für sich hat, wenn sie auch andern Arbeiten, vor allem der sonst ansprechendsten von Baumann widerspricht. Hier wird die nächste Marsopposition neues Material herbeischaffen müssen. Das letzte Kapitel ist der zusammengehörigen Gruppe von Merkur, Venus und Mond gewidmet, je mehr wir vom Monde wissen, um so mehr muß das überaus dürftige Beobachtungsmaterial der beiden anderen Planeten mit Hilfe von Analogien ausgewertet werden, so daß ein einigermaßen brauchbares Ergebnis erzielt werden kann. Die Darstellung ist, wie immer bei Arrhenius, sehr klar und flüssig, man merkt dem Text nicht an, daß es sich um eine Übersetzung aus dem Schwedischen handelt.

Riem.

Literatur.

Karny, Dr. Heinrich, Der Insektenkörper und seine Terminologie. Wien '21, A. Pichlers Witwe & Sohn. 7 M.

Süßwasserflora Heft 7: Heering, W., Chlorophyceaue IV. Siphonoclodiales, Siphonales. Jena '21, Gustav Fischer. 15 M., geb. 20 M.

Teubners naturwissenschaftliche Bibliothek Heft 5: Rusch, Himmelsbeobachtungen. Leipzig und Berlin '21, B. G. Teubner. Geb. 20 M.

Collier, Dr. W. A., Einführung in die Variationsstatistik. Berlin '21, Julius Springer. 33 M.

Pringsheim, Peter, Fluoreszenz und Phosphoreszenz im Lichte der neueren Atomtheorie. Berlin '21, Julius Springer. 48 M.

Laue, Prof. M. v., Das physikalische Weltbild. Karlsruhe i. B. '21, C. F. Müllersche Hofbuchhandlung m. b. H.

Inhalt: Friedl Weber, Die Viskosität des Protoplasmas. S. 113. H. Reck, Der neue zentralafrikanische fossile Menschenfund. S. 125. — **Bücherbesprechungen:** W. Bölsche, Vom Bazillus zum Affenmenschen. S. 126. A. Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie in Vorlesungen. S. 127. A. Kühn, Morphologie der Tiere in Bildern. S. 127. W. Schoenichen, Praktikum der Insektenkunde. S. 128. Sv. Arrhenius, Der Lebenslauf der Planeten. S. 128. — **Literatur:** Liste. S. 128.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 5. März 1922. | Nummer 10.

Stoff und Eigenschaft.

[Nachdruck verboten.]

Von **Ernst Fischer**, Leipzig.

Der schlimmste Vorwurf, der einen Chemiker treffen kann, ist die Behauptung, daß die Verbindung, die er dargestellt und sogar mit einer Formel bezeichnet hat, nicht rein sei. Denn diese Formel will ja nicht nur der Garantieschein sein für die in ihr ausgedrückte qualitative und quantitative Zusammensetzung des neuen Körpers, sondern auch die konzentrierteste Beschreibung seiner Eigenschaften. Eine stoffliche Unreinheit läßt mithin sofort in Zweifel ziehen, ob die beobachteten Eigenschaften dem definierten Körper oder nicht vielmehr seinen Verunreinigungen zugerechnet werden müssen. Erst einem analysenreinen Produkt ordnen wir die Mannigfaltigkeit seiner Eigenschaften bei und erwarten, sie in ihrer Gesamtheit immer dann wiederzufinden, wenn der gleiche Stoff vorliegt. Es soll nicht nur der Stoff, auf verschiedene Art hergestellt, immer die nämlichen Umsetzungsreaktionen geben, sondern auch die physikalischen Merkmale sollen konstant sein; ja gerade an ihnen, z. B. an Kristallform und Lichtbrechung, an Schmelzpunkt und Siedepunkt, an Dichte und Löslichkeit erkennt der Chemiker die stoffliche Individualität. Und doch, wie häufig kommt es vor, daß zwei bisher als identisch erachtete Stoffe bei einer neuen, verfeinerten Untersuchung voneinander abweichen, vielleicht nur in einer, ganz untergeordneten, Richtung. Ist diese geringfügige Unterschiedlichkeit die Folge einer gleichfalls sehr feinen, materiellen Andersartigkeit? Zeigt schon ein neuer Körper seine Existenz an? Wie eng sind überhaupt stoffliche Zusammensetzung und Eigenschaften miteinander gekoppelt?

Ein künstlicher Rubin und der natürliche Edelstein-Rubin sind für einen Chemiker dasselbe, nämlich Aluminiumoxyd, das durch Chrom angefärbt ist; auch der Physiker und der Mineraloge werden in Kristallform und Lichtbrechung beide als identisch erkennen. Der Juwelier dagegen wird den nachgemachten vom echten scharf sondern, für ihn ist die Entstehungsart ein wesentliches Merkmal. Welche Unterschiede in den Sorten sieht der Kenner, der Maurer in den Kalksteinen, der Gerber in dem Leder, die einem Laien alle als gleich erscheinen! Von der Gründlichkeit unserer Untersuchung hängt es ab, ob wir zwei Stoffe für ungleich, ähnlich oder identisch erklären. Auch unser Urteil ist maßgebend, je nach dem Wert, den wir einer Eigenschaft zugestehen, richtet sich die stoffliche Klassifizierung. So manche Polemik in der Chemie erklärt sich daraus, daß dem einen Forscher die Merkmale seiner von ihm hergestellten Verbindung schon reichen, um die Existenz eines neuen Stoffes zu behaupten, während sie dem anderen nicht genügen.

Vor einigen Jahren gab es in den Apotheken das echte Aspirin von Bayer & Co., und daneben, zum halben Preise, das Acidum acetosalicylicum. Chemisch und auch therapeutisch waren beide identisch, die Verschiedenheit des Herstellungsortes war dem orientierten Käufer nicht wesentlich genug, dem teureren Produkte den Vorzug zu geben. So sind die vielen künstlichen Produkte der chemischen Großindustrie nicht mehr verschieden voneinander: der Alkohol, der bei der Gärung der Kartoffel erhalten wird, ist nicht reiner oder besser als derjenige, den die Verzuckerung des Holzes liefert. Der Stoff, welcher die Eigenschaften, auf die es uns ankommt, in stärkstem und reinstem Maße besitzt, wird als höchstprozentiger gewertet, und deshalb geben wir bei Riechstoffen und Düngemitteln und Farben dem Fabrikprodukte vor dem natürlichen den Vorzug.

Nur auf einem Gebiete sind uns die „Surrogate" in schlechter Erinnerung: bei den Genußmitteln. Künstlicher Honig ist eben doch kein Bienenhonig, trotzdem er süß und gelb und klebrig ist. Die Übereinstimmung der echten und der Ersatznährmittel erstreckt sich nur auf die sekundären Merkmale. Der stoffliche Aufbau ist nicht nachgemacht worden, und gerade mit ihm ist der Nährwert verknüpft. Und wie wenig bekannt selbst die Zusammensetzung der Nahrungsmittel ist, lernt die physiologische Chemie erst in neuester Zeit kennen. Bis vor kurzem hielt man außer den anorganischen Salzen drei Klassen organischer Verbindungen zur Ernährung für notwendig: Die Fette, die Kohlehydrate und die Eiweißstoffe. Nach dieser vermeintlich restlosen qualitativen Feststellung war man bereits zu quantitativen Versuchen übergegangen und bemühte sich, eine rationelle Ernährung auf grund des Energiebedarfes des Menschen und des durch Verbrennung feststellbaren Energiegehaltes der Nahrungsmittel zu begründen. Bis sich plötzlich zeigte, daß diese Speisekarte noch unvollständig war, und daß zu den klassischen Nahrungsmitteln noch weitere Zutaten kommen müssen. Diese neuen Bestandteile finden sich in den Schalen der Hülsenfrüchte, im Salat usw. Werden sie dem Organismus vorenthalten, so stellen sich Stoffwechselkrankheiten ein, z. B. Skorbut oder Beri-Beri. Diese Ergänzungsstoffe erhielten den bezeichnenden Namen: Vitamine, aber ihre stoffliche Natur ist noch durchaus unbekannt. Ihre Menge steht in keinem Verhältnis zu ihrer Wirkung, so daß sie eher den

Katalysatoren verglichen, denn als energieliefernde Nahrungsmittel bezeichnet werden können. Der biologische Wert unserer Nahrungsmittel geht noch weit über die chemische Charakteristik hinaus, noch immer hat die Küche der Hausfrau ihr Recht. Es ist ein weiter Weg, bis den biologischen Eigenschaften Geschmack oder Verdaulichkeit ein stofflich-chemisches Verhalten zugeordnet werden kann: in der Erkennung des altbackenen Brotes, des schaumigen Bieres, des glasigen Fisches, des brotigen Fleisches ist der Feinschmecker dem Physiko-Chemiker noch immer überlegen, und der Weinkenner wird noch lange Blume und Aroma ohne die Umwege des Analytikers prüfen.

Sogar in seinem eigensten Gebiete läßt sich der Chemiker von dem Biologen helfen: er borgt sich von ihm die Ausdrucksweise für die Charakterisierung des stofflich chemischen Verhaltens. Wenn ein Katalysator, der einen chemischen Prozeß beschleunigt, mit Zyankali oder Quecksilbersalzen versetzt wird, so stellt er seine Wirkung ein, er ist „vergiftet". Wird die gleiche Giftmenge in homöopathischen Dosen zugegeben, so „gewöhnt" sich der Katalysator daran. „Gesundes" Zinn, das unterhalb $+ 20^0$ mit einem Bröckchen des grauen, pulvrigen Zinnes, einer anderen Modifikation, „geimpft" wird, verfällt der „Ansteckung" und der „Zinnpest". Oft finden solche Reaktionen nicht sofort nach der Berührung der „trägen" Komponenten statt, sondern es bedarf einer „Inkubationszeit" bis sie ihre „Verwandtschaft" betätigen. Unterbleibt aber jede Umsetzung, dann zeigt das Metall eine „Passivität", weil es sich vielleicht mit einer „Haut" seines Oxydes überzogen hat.

In vorliegenden Beispielen kann der Fachmann anstelle des lebendigen Ausdruckes die farblosere Beschreibung geben, die das Verhalten auf die zugrunde liegenden Substanzen und Kräfte zurückführt, und er wird es sogar bevorzugen, weil die biologische Terminologie eine Reihe von Nebenvorstellungen erweckt, die der Prozeß nicht bestätigt. Sonst bliebe verwunderlich, daß Gips, der einmal „totgebrannt" worden ist, nach genügend langer Berührung mit Wasser wieder reagiert und die festesten Stuckaturen liefert.

Aber in sehr vielen Fällen ist es noch gar nicht möglich, den lebendigen Ausdruck für das Totalverhalten in eine Summe von Reaktionen zwischen bestimmten Umwandlungsprodukten aufzulösen. Das „Umschlagen" der Farbe eines Indikators beim Überschreiten des Neutralisationspunktes zwar läßt sich erklären, aber die Erscheinung, daß ein Farbstoff bei wiederholtem Umfällen oder Umkristallisieren „leidet", hat noch nicht immer ein chemisches Korrelat gefunden. Die Periodizität, mit der gewisse Metalle von Säuren angegriffen werden, ist ebenso rätselhaft, wie die „rhythmische" Fällung mancher Niederschläge, wie sie z. B. die Bänderung der Achate bewirkt hat. Der „Reifungsprozeß" der photographischen Schicht läßt das Bromsilber dichter und empfindlicher werden, aber der gleiche Endzustand kann auch durch eine Vorbelichtung erzielt werden, ohne daß bekannt wäre, ob die stofflichen Veränderungen beidemal die gleichen sind. Die „aktiven" Formen der Elemente zeichnen sich durch eine erhöhte Reaktionsfähigkeit aus. Beim Ozon, dem dreiatomigen Sauerstoff, ist die starke Affinität die Folge einer lockeren Bindung der drei Atome, die noch Teile jener Energie frei haben, welche im gewöhnlichen Sauerstoff je zwei Atome fester aneinander kettet. Auch die stärker reduzierende Wirkung des Wasserstoffs im „Status nascens" ist auf den größeren Energieinhalt der gerade entstehenden freien, einzelnen Wasserstoffatome zurückzuführen, der beim gewöhnlichen, zweiatomigen Wasserstoff teilweise schon zur Bildung des Moleküls verbraucht ist. Die Reaktionsfähigkeit vieler Wasserstoffverbindungen, z. B. die leichte Ersetzbarkeit des darin gebundenen Wasserstoffs durch Metalle, läßt sich meistens begründen durch den besonderen Zustand, in dem sich dieser Wasserstoff befindet: er ist getrennt von den anderen Atomen der Verbindung und bewegt sich, mit einer elektrischen Ladung begabt, frei in der Lösung. Ist denn aber nicht dieses Wasserstoff-Ion damit als ein neuer Stoff anerkannt, als ein Bestandteil aller Säuren, dem wir die Sauerkeit zuordnen? In organischen Verbindungen ist der Verband im Molekül viel fester, es ist nicht angängig, gemeinsame Eigenschaften der Sonderexistenz eines gemeinsamen Bestandteiles zuzuschreiben, und man muß sich damit begnügen, die Gruppen, deren Einführung in das Molekül eine solche Eigenschaft in stärkerem Maße hervortreten läßt, als „reaktivierende" zu bezeichnen, ohne diese Wirkung energetisch oder valenzchemisch bis auf die Elemente verfolgen zu können.

Die rationelle Beschreibung und Erklärung einer Erscheinung steht immer vor den schwierigen Fragen: liegt der neuen Eigenschaft ein neuer Stoff zugrunde, ist sie nur die Folge eines besonderen, aber ihm eigentümlichen Zustandes, oder wird die Eigenartigkeit des Verhaltens überhaupt erst durch die Prüfungen verursacht, die wir mit ihm vornehmen? Oft sind die Operationen, die wir zur Erkennung der Merkmale benutzen, schon Eingriffe, die das Untersuchungsobjekt tiefgehend verändern. Die neutralsten Lösungsmittel können zersetzend wirken, Umkristallisationen oder Destillationen den Stoff zerstören, und bei besonders empfindlichen Substanzen kann keine Identifizierung zart genug sein, um die Eigenschaften festzustellen, die ihnen eigentlich zukommen.

Kalkspat, der aus seiner wässerigen Lösung in Rhomboedern kristallisiert, kommt bei Zusatz eines Fremdkörpers, z. B. von Magnesiumsalzen, in rhombischen Säulen, dem Aragonit, heraus. Nicht die Spur einer fremden Beimengung ist im letzten Niederschlag erkennbar, beide Ausscheidungen sind reines Kalziumkarbonat, und nur gegen Kobaltsalzlösungen zeigen sie einen

Unterschied: der Aragonit wird beim Betupfen damit violett, der Kalkspat nicht. Wie hier die bloße Anwesenheit eines „Lösungsgenossen" sich in den Eigenschaften, und sogar in einer, wenn auch nicht sehr wesentlichen, stofflichen wiederspiegelt, so zeigt auch die „Vorgeschichte" oft einen Einfluß auf das Verhalten einer Verbindung. Chemisch reines Berylliumhydroxyd wird von Lösungsmitteln ganz verschieden aufgenommen, je nachdem es vor kürzerer oder längerer Zeit hergestellt worden ist. Aus einer „Jugendform" geht es in einen Zustand über, in dem es weniger schnell reagiert; doch analytisch ist auch der „gealterte" Stoff noch immer Berylliumhydroxyd. Ist denn aber die stoffliche Charakterisierung, welche man aus den analytischen Fällungen erschließt, die „feinste" stoffliche Beschreibung? Der rote Phosphor ist doch stofflich etwas anderes als der weiße, trotzdem der Chemiker bei beiden dieselben analytischen Reaktionen bekommt. Denn die beiden allotropen Modifikationen unterscheiden sich nicht nur physikalisch hinsichtlich Farbe und Dichte, sondern auch chemisch-physiologisch: der weiße ist giftig, der rote nicht. Sind nun diese verschiedenen Eigenschaften zwangsläufig miteinander verbunden, verschwinden die chemischen Verschiedenheiten, sobald die physikalischen aufgehoben sind, oder gehen sie darüber hinaus? Es gibt ein gelbes und ein rotes Quecksilberjodid, beide von der Zusammensetzung HgJ_2. Sie lösen sich in verschiedenem Maße in Wasser auf, aber beide Lösungen sind farblos. Trotzdem zeigt die Lösung Eigenschaften, die je nach den äußeren Bedingungen, den gelösten Stoff, bald der roten, bald der gelben Form ähnlicher, auch in der Lösung noch als weiter existierend erscheinen lassen. Eine Lösung, die durch Auflösen der gelben Form entstanden ist, scheidet beim Impfen nur mit einem Körnchen der roten, nicht der gelben Modifikation rotes Quecksilberjodid aus. Die Lösung war also „übersättigt" an roter Form, aber ist diese Bezeichnungsweise nur eine philologische Bequemlichkeit? Wäre denn die Ausscheidung überhaupt erklärlich, wenn wir nicht die Präexistenz oder zum mindesten die Prästabilisierung des roten Jodides in der Lösung annehmen würden, dessen Moleküle eben nur durch gleichartigen Stoff zur Sammelkristallisation veranlaßt werden können? Wir sind auf einem Gebiete zwischen Physik und Chemie, und unsere Erkenntnis sucht vergeblich die ineinander verfließenden Grenzen. Daß eine kolloide Silberlösung, deren Teilchen sehr klein sind, eine hellere Farbe besitzt, als eine solche mit größeren Teilen, scheint nicht befremdlich: einen physikalischen Effekt führt man leicht auf eine nur morphologische Verschiedenheit zurück. Wenn aber Salpetersäure, die kompaktes Silber sofort auflöst, das latente Bild auf einer photographischen Platte nicht angreift, so sind wir doch schon sehr im Zweifel, ob wir dem feinverteilten Silber, aus dem das latente Bild bestehen soll, so ganz andere Eigenschaften als dem gewöhnlichen Metall zugestehen dürfen, oder ob wir nicht für dieses neuartige Verhalten auch einen neuartigen Stoff verantwortlich machen müssen. Einen Stoff, der mangels einer schärferen Charakterisierung nur als „Photohaloid" bezeichnet werden kann. Ein Katalysator wird eine chemische Reaktion zwischen zwei Stoffen vermutlich nur deshalb „auslösen", weil, wenigstens als Zwischenstufen, Produkte entstehen, an deren Aufbau er sich beteiligt. Bei einer Oxydation kann ein „Oxydator" nur „übertragend" wirken, wenn er sich in erster Phase mit dem Sauerstoffe belädt, den er dann an den zu oxydierenden Körper abgibt.

Es war das gedankliche Leitmotiv der Chemie, bei jeder neu beobachteten Eigenschaft auch nach einem neuen Träger zu fahnden. Je geringer sich die Eigenschaftsverschiedenheiten zweier Stoffe erwiesen, desto feinere stoffliche Differenzen wurden erwartet. In den Isomeren bedingt schon nicht mehr die Art und Zahl der Atome, sondern die Variation ihrer Verkettung die unterschiedlichen Substanzen. Strukturelle und dann räumliche Verschiedenheit sollte durch einen immer diffiziler werdenden Feinbau die minimalsten Abweichungen im Verhalten erklären, aber jetzt vermag die Formulierung nicht mehr die immer wachsende Zahl der Isomeren abzubilden. Oft muß sich die organische Chemie damit behelfen, die verschiedenfarbigen Erscheinungsformen eines Stoffes als „Chromoisomere" zu registrieren, einem anderen Stoff eine „Pseudoform" beizuordnen, oder neben einer „α-Modifikation" eine „β-Modifikation" bestehen zu lassen. Substanzen endlich, deren Merkmale sich nicht scharf genug mit denen der einen oder der anderen Form decken, werden als Gleichgewichte, als Gemische jener reinen Extreme angesprochen. Selbst in der anorganischen Chemie, in der sich wegen der Einfachheit der Verbindungen eine solche Variation nicht entwickeln konnte, hat sich durch die radioaktiven Forschungen eine Differenzierung sogar der Stoffe als notwendig erwiesen, die bisher als die einheitlichsten und einfachsten galten: der Elemente. Das gewöhnliche Element Chlor wurde in zwei Chlorarten gespalten, nicht auf chemischen, sondern auf kompliziertem, elektrodynamischen Wege. Die neuen „wahren" beiden Elemente Chlor sind chemisch vollkommen gleichartig, nur in ihrem Atomgewicht unterscheiden sie sich, und nur dieses ermöglichte ihre Trennung. Damit hat das Atomgewicht, das bisher als das schärfste Charakteristikum eines Elementes angesehen wurde und als Grundlage der Klassifikation im periodischen System galt, seine Bedeutung verloren. Es gibt Elemente, die ein verschiedenes Atomgewicht besitzen und trotzdem sich chemisch und weitgehend physikalisch, z. B. bis zum gleichen Licht- und Röntgenemissionsspektrum nicht unterscheiden: die Isotopen. Ein solches Paar bilden auch Blei und das Endprodukt

des Radiumzerfalls RaF. Will man solche Substanzen doch noch als verschiedene Stoffe erklären, dann hat man kein chemisches Kriterium mehr, sie unterscheiden sich nur durch elektrische Einheiten, und damit sind diese als die einstweilen feinsten Bauelemente als Registrierungsmerkmale an Stelle des Atomgewichtes getreten.

Die Erforschung der Materie ist eine immer tiefer gehende Spaltung des Stoffes. Je gründlicher diese Zerlegung, desto mehr Eigenschaften werden uns bekannt; und nur die Eigenschaften überhaupt sind es, die wir vom Wesen des Stoffes begreifen. Für Dalton waren Wärme und Licht noch Stoffe, die mit der wägbaren Materie so verbunden waren, wie heute in unseren Ionen Atome und Elektrizität. Und wie jene Hüllen ohne materiellen Inhalt befunden wurden, so spaltet die gründlichste Analyse auch weiterhin die Substanz in Kräfte und . . . einen immer kleiner werdenden Rest. In den Schalen der Elektronen ist der Sitz der physikalischen und chemischen Eigenschaften, aus ihnen werden Löslichkeiten und Affinitäten abgeleitet, die einst die Eigenschaften der Materie waren. Diese selbst nimmt heute tief im Inneren des beinahe leeren Atoms den kleinsten und noch unzugänglichen Platz ein.

Die Kräfte sind es, die wir in den Eigenschaften beobachten, der Stoff wird immer mehr zum untergeordneten Begriff und tritt, so sinnlich anschaulich er erst auch erschien, als Subjekt hinter seinen Prädikaten zurück.

Ein Vorschlag zur genauen Festlegung des Fundorts.

[Nachdruck verboten.]

Von **Leonhard Lindinger**, Hamburg.
(Mitteilung aus dem Institut für angewandte Botanik zu Hamburg; Direktor: Prof. Dr. A. Voigt.)

Ein Mangel in den Faunen und Floren ist die Ungenauigkeit der Fundortsangabe. Mit der bloßen Angabe einer Ortschaft, in deren Nähe eine Feststellung gemacht worden ist, kann man wenig anfangen; das wird jeder wissen, der einmal den Versuch gemacht hat, daraufhin z. B. eine Pflanze aufzufinden. Will man aber die Fundstelle näher bezeichnen, so ist eine langatmige Beschreibung nötig, welche die in Betracht kommende Veröffentlichung unübersichtlich macht und außerdem große Druckkosten verursacht. Eine Vereinfachung, die zugleich eine Verbesserung bedeutet, ist deshalb gerade unter den heutigen Verhältnissen wünschenswert.

Nun sind zwar viele Leute Gegner einer genauen Fundortsbezeichnung, weil sie fürchten, daß dann die Ausrottung seltener Tiere und Pflanzen noch schneller vor sich gehen werde als sie es heute annehmen. Ich stehe einer solchen „Ausrottung" im allgemeinen sehr skeptisch gegenüber. Daß streng lokal eine Ausrottung möglich und auch schon erfolgt ist, das abzuleugnen, wäre angesichts der tatsächlichen Feststellungen töricht. Soweit es sich aber nicht um Plätze handelt, die durch städtische Bebauung für immer dem Pflanzenwuchs entzogen sind, kann es sich bei kleinen Tierformen z. B. aber ebensogut nur um eine zeitliche Verschiebung im Vorkommen handeln. Von den großen Tierformen ist hierbei durchaus abzusehen. Solche zeitlichen Verschiebungen können auch ohne jedes menschliche Zutun in der Natur vorkommen, ja die Regel sein, ohne daß man das bisher hat nachweisen können, weil man eben die Fundstellen zu ungenau bezeichnet hatte und aus diesem Grund ein etwaiges Verschwinden und anderweitiges Auftauchen nicht bemerkte, auch nicht bemerken konnte.

Als ich vor einiger Zeit meinen Aufsatz über einen neuen Weg der Schädlingsforschung veröffentlichte, war ich mir hinsichtlich der darin aufgestellten Forderungen der Unzulänglichkeit der Fundortsbezeichnungen klar; ich konnte aber noch nichts Besseres vorschlagen. Unterdessen habe ich eine neue, kurze Bezeichnungsart ausgedacht, die ich hiermit der Öffentlichkeit übergeben will.

Wie bisher verwende ich als Anhaltspunkte die Namen der Ortschaften, die Himmelsrichtungen, Flüsse, Seen, Kanäle, Wege und Eisenbahnen. Auch die Entfernungsangaben und die Begriffe „links" und „rechts" sind allgemein verständlich. Es handelt sich nur noch darum, alles in eine kurze, jede Mißdeutung ausschließende Formel zu bringen. Dazu verwende ich einige im Druck gebräuchliche Zeichen, die also in jeder Druckerei vorhanden sind, den senkrechten und wagrechten Strich, den doppelten wagrechten Strich, den Doppelpunkt und den einfachen und doppelten Pfeil. Indem ich diese Zeichen mit dem oder den Ortsnamen in Verbindung bringe, erhalte ich einen kurzen Ausdruck. Der Sinn dieser Zeichen ist folgender:

|	bedeutet	Luftlinie;
—	„	Fahrweg, Straße;
:	„	Fußweg (gewissermaßen die Schritte andeutend);
=	„	Eisenbahn;
← bzw. →	„	einen Flußlauf, wenn nötig in Verbindung mit dem Namen des Flusses, Baches usw.; gibt zugleich auch die Richtung an, indem ← flußaufwärts, → flußabwärts bedeutet;
←→	„	ein Gewässer ohne Strömung, also je nach der Örtlichkeit einen Kanal oder See; Namen nur zu gebrauchen, wenn nötig.

Die Abkürzungen der Himmelsrichtungen N,

S, O, W und ihre Verbindungen werden als bekannt vorausgesetzt. Der kleine Buchstabe l bedeutet „links", ein r „rechts". Böschungen können bei Straßen, Eisenbahnen und Kanälen sowohl in Einschnitten als an Dämmen auftreten, sie werden mit den kleinen Buchstaben a (aufwärts) und n (niederwärts), von der Straße usw. aus gerechnet, bezeichnet. a kann auch bei Seen und Flüssen gebraucht werden.

Die Entfernungen gebe ich auf zweifache Art wieder. Einmal größere in bezug auf die Ortschaften in km, wobei die Buchstaben „km" weggelassen, Bruchteile als solche geschrieben werden. 0,263 bedeutet also 263 m. Kleinere Entfernungen in der Art, wie sie aus den Beispielen hervorgehen wird, werden in m angegeben, z. B. 10 m usw.

Zum besseren Verständnis lasse ich nun Beispiele mit Erklärung folgen:

Ortschaft A | NO 2,3 Heide will heißen: Im Nordosten von Ortschaft A auf einer in einer Entfernung von 2,3 km gelegenen Heide.

Ortschaft A : W 0,24 l n Wiese 12 m besagt: auf einer Wiese links am Abhang an einem nach Westen führenden Fußweg in 240 m Entfernung von Ortschaft A, und zwar 12 m die Wiese einwärts.

Ortschaft A — Ortschaft B 3,2 r Kiefernwald r 200 m, an der Straße von A nach B bei Kilometer 3,2 rechts im Kiefernwald und zwar 200 m rechts am Waldrand.

Ortschaft A = Ortschaft B 5,9 l: Laubwald r 25 m, bei Kilometer 5,9 an der Bahn von A nach B links dem Fußweg folgend 25 m im Laubwald zur rechten Seite.

Ortschaft A → 0,230 r a, 230 m flußabwärts von A rechts am Abhang.

Ortschaft A ← 0,12 r. l., 120 m flußaufwärts von A rechts und links.

Ortschaft A ←→ B r. l., am Kanal (See; je nachdem) zwischen A und B, rechts und links.

Die hier vorgeschlagene Formel läßt sich mit Vorteil auch bei der Festlegung von mineralogischen und heimatkundlichen Beobachtungen verwenden. Bei ihrer Anwendung ist darauf zu achten, die kürzeste unter mehreren möglichen Formeln zu wählen. Gehen z. B. von einer Ortschaft nur wenige Straßen aus, so genügt ein Ortsnamen und die Himmelsrichtung. Kommt nur ein Fluß in Betracht, so erübrigt sich sein Namen, usw.

Einzelberichte.

Kalktuffstudien aus dem zentralen Norwegen (mit 3 Abb.).

Die Stratigraphie der Quelltuffe in dem trockenen Gudbrandsdal im zentralen Norwegen bildete für Axel Blytt eine Hauptstütze für seine bekannte, zuerst 1876 ausgesprochene Theorie von einem mehrmaligen Wechsel feuchter und trockener Klimate in postglazialer Zeit. Diese Theorie, zuerst auf einem vorwiegend pflanzengeographischen und nur zum kleineren Teil paläontologischen Beobachtungsmaterial aufgebaut, hat mit der fortschreitenden Erforschung der Moore und Kalktuffe besonders in Skandinavien zu äußerst lebhaften Kontroversen geführt. Während die einen Forscher wie Sernander (vgl. vor allem die Darstellung in „Postglaziale Klimaveränderungen", Stockholm 1910) für Blytt eingetreten sind und seine Theorie weiter ausgebaut haben, haben sie andere besonders wegen ihrer „Kompliziertheit" in z. T. schroffer Form abgelehnt, nicht zuletzt auch in Norwegen. Sie ist so zu einem wahren „Sturmzentrum nordischer Quartärgeologie" geworden, und es ist daher lebhaft zu begrüßen, daß die wichtigen Ablagerungen im Gudbrandsdal in Rolf Nordhagen einen überaus gewissenhaften und gründlichen Bearbeiter gefunden haben (Kalktufstudier i Gudbrandsdalen. Videnskapsselskapets Skrifter. I. Mat.-naturv. Klasse 1921, No. 9, Kristiania). Die in den Jahren 1914 bis 1920 zunächst auf Sernanders Anregung unternommenen Untersuchungen haben sowohl für den Bearbeiter, wie u. a. auch für den Referenten, die beide der Blyttschen Auffassung sehr skeptisch gegenüberstanden, zu ganz überraschenden und für manche paläoklimatologischen Fragen entscheidenden Ergebnissen geführt. Da diese auch für Mitteleuropa von weittragender Bedeutung sind, wie Verf. und Referent demnächst zeigen werden, wird ein ausführliches Referat über die norwegische Originalarbeit wohl manchem erwünscht sein. Hoffentlich wird diese auch eine gründliche Neuuntersuchung der mitteleuropäischen Ablagerungen (z. B. der von Neuweiler in der Schweiz und von Schreiber und Zailer in den Ostalpen mit so abweichenden Ergebnissen untersuchten Torfmoore) nach modernen Methoden (u. a. der pollenanalytischen Methode von L. von Post und für die Tuffe der Kollodiummethode von Nathorst und Halle) zur Folge haben.

I. Spezielle Beschreibung der einzelnen Tufflager im Gudbrandsdal (vgl. Fig. 1).

1. Leine in Kvam. Wo die Veikla in den Hauptfluß Laagen mündet, liegen um die alten Höfe von Leine gewaltige Moränenmassen aus kalkhaltigem Geschiebelehm. In diesen haben wiederholt — in besonders katastrophaler Form 1876 — große Erdrutsche stattgefunden, so daß der Moränenlehm vielfach in steilen, besonders an den trockenen Südhängen stellenweise völlig nackten Böschungen ansteht. Die ganze Masse

wird durch viele, großenteils sicher ganz junge Erosionsrinnen durchfurcht. Die heute unbedeutende Quelle, die die schon von Blytt und Öyen untersuchten Tuffmassen gebildet hat, verdankt ihren Kalkgehalt namentlich auch dem darüber anstehenden Kalksandstein. Die Hauptfundstelle liegt etwa 520 m ü. M., inmitten von

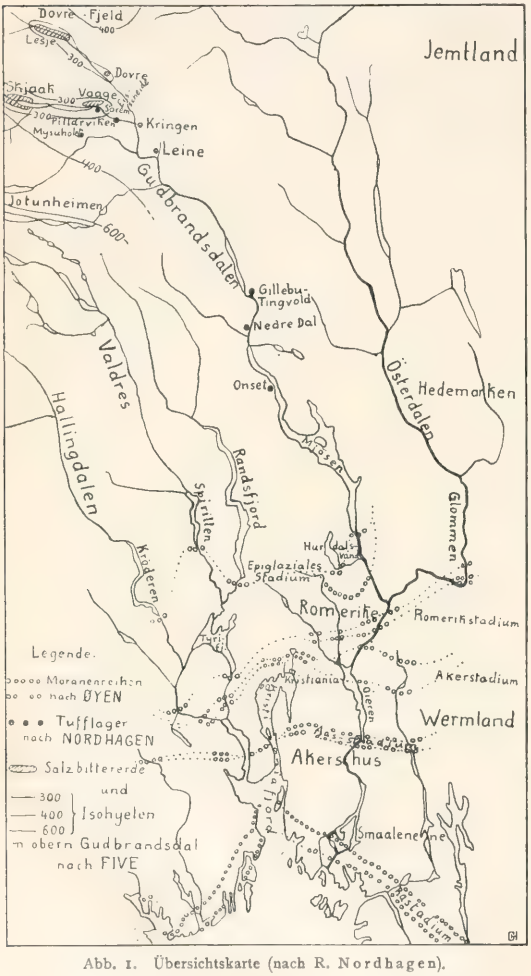


Abb. 1. Übersichtskarte (nach R. Nordhagen).

der Kultur freilich stark beeinflußter Gehölze aus Grauerlen (*Alnus incana* und Birken (*Betula pubescens* = *odorata* und *B. pendula* = *verrucosa*). Letztere und *Lonicera Xylosteum* sind heute die einzigen etwas höhere Wärme fordernden Holzarten der Örtlichkeit. Von thermophilen Kräutern seien vor allem *Brachypodium pinnatum*, das hier an seiner absoluten Nordgrenze noch Bestände bildet, *Origanum vulgare*, *Dracocephalum Ruyschiana*, *Trifolium medium* und *Viola collina* genannt. In den recht trockenen Wiesen, die in ihrer Zusammensetzung z. T. an mitteleuropäische *Bromus erectus*-Wiesen erinnern, dominiert *Festuca ovina*, auf den offenen Rutschhalden *Calamagrostis Epigeios*. Dazu kommen aber auch eine ganze Reihe Gebirgspflanzen wie *Astragalus alpinus*, *Oxytropis lapponica*, *Draba incana*, *Saxifraga aizoides*, *Primula scotica* u. a., an Schieferfelsen höher oben (in ca. 700 m) u. a. auch *Antennaria alpina*, *Cerastium alpinum*, *Draba hirta*, *Gentiana nivalis* und *tenella*, *Phyllodoce coerulea*, *Juncus trifidus* und *Poa caesia*, also Arten, die sonst vorzugsweise in der alpinen Stufe auftreten, oft in Gesellschaft von *Dryas*, die heute der Gegend vollständig zu fehlen scheint. In 850 m Höhe kommen dazu noch *Betula nana*, *Salix glauca*, *lapponica*, *herbacea*, *reticulata*, *Juncus biglumis* u. a.

Der Leinetuff bedeckt eine 15—20° geneigte, mindestens 20 m breite und über 30 m lange Halde. Es glückte dem Verfasser, die genaue Lage der beiden 1891 von Blytt untersuchten Profile festzustellen. Neben Blytts Hauptprofil, links (südlich) vom Quellbach, legte er eine Serie von 8 Profilen, längs dem Bach einen 20 m langen und 1½—2 m tiefen Profilgraben und rechts davon 8 mit ersteren parallele Profile an, ferner eine Querserie von 3 Profilen und 2 Profile weiter unten (ca. 25 m vom obersten Profil entfernt) unterhalb dem das Tufflager überquerenden Fahrweg. Das 1. von Blytt untersuchte Profil weist von unten nach oben folgende Schichten auf:

I. Geschiebelehm.
II. Eisenschüssiger Lehm ohne Fossilien bis 3 cm.
III. und IV. Moostuff und darüber gelbgrauer, schiefriger Birkentuff ohne Föhrenreste 45 cm.
V. Gelbgrauer, z. T. erdiger Dryastuff (mit Föhre) bis zu 3 cm.
VI. Grauweißer Föhrentuff 58—68 cm.
VII. Mullerde 10—15 cm.

Es würde zu weit führen, hier die Schilderung aller 23 Profile wiederzugeben, trotzdem manche durch die zunächst schwer verständlichen Abweichungen viel Interessantes bieten. Die auf Grund aller Profile konstruierten Profile der Fig. 2 mögen hier genügen, um das Gesamtbild darzustellen, das die mühevollen Einzeluntersuchungen gezeitigt haben. Es lassen sich folgende Schichtglieder unterscheiden:

I. Blauer, unverwitterter Moränenlehm, wohl aus der letzten Periode mit Lokalvergletscherung stammend. Zu oberst 3 heute allgemein verbreitete Schnecken *(Vitrina pellucida, Conulus fulvus, Limnaea truncatula).*

II. In allen Profilen etwa 3—4 cm lebhaft roter, fossilleerer Ton, der sicher ein Verwitterungsprodukt des Moränenlehms darstellt. Es scheint sich dabei um eine wirklich aride Bodenbildung zu handeln, was insofern nicht verwundern

kann, als im obersten Gudbrandsdal (Dovre und Lesje) und in dem in dasselbe oberhalb Leine einmündenden Ottadal (Vaage und Skjaak) noch heute eine solche vorkommt (vgl. Fig. 1). Es handelt sich um die von J. Five (Om saltbitterjorden i Nordre Gudbrandsdalen. Kristiania 1911) beschriebene Salzbittererde. Sie ist in Skandinavien auf die 4 genannten Talstrecken, die sämtlich unter 300 (Skjaak nur 254) mm jährliche Niederschläge aufweisen, beschränkt und besteht hauptsächlich aus Gips mit reichlich Magnesiumsulfat und Spuren anderer Alkalisulfate und Chloride. Bei trockener Witterung entstehen regelrechte Salzausblühungen.

So erscheint es verständlich, daß in einem vielleicht noch etwas kontinentaleren Klima eine geradezu an Terra rossa erinnernde Ferrettobildung eintreten konnte, wie wir sie ähnlich in größerem Maßstab erst in den Südalpen wiederfinden.

III. Der Moostuffkomplex, dessen unterer Teil in allen Profilen wiederkehrt. Ein poröser, unreiner, bald schlacken- und bald korallenartiger, dunkler, wohl aus *Hypnaceen* gebildeter Tuff von etwa 3—25 cm Mächtigkeit. Der unterste Teil ist wie der liegende Ton stark durch Eisen gerötet und enthält schlecht erhaltene *Salix*-Reste. Im ganzen Moostuffe treten Röhrchen von *Characeen* auf, ferner in großer Menge im unteren Teil *Equisetum variegatum*, außerdem vereinzelt *Marchantia polymorpha* und *Conulus fulvus*. Darüber folgt öfter eine hauptsächlich von *Cratoneuron falcatum* gebildete Lage, die also ebenfalls sedentär, d. h. durch fortwachsende Pflanzen erzeugt ist, wogegen zu oberst stellenweise eine mehr sedimentäre Lage mit eingeschwemmten Blattresten von *Betula pubescens, Populus tremula* und *Salices* folgt. Die zuerst von Sernander 1916 eingeführte Unterscheidung von „sedentären" und „sedimentären" Lagen (Ref. hat hierfür „biontogen" und „nekrogen" vorgeschlagen, vgl. Naturw. Wochenschr. 1921 S. 569) ist bei allen Kalktuffuntersuchungen sehr wichtig. — In einem großen Teil der Profile (dagegen z. B. nicht in denen von Blytt und in den untersten) wird der Moostuffkomplex durch eine dünne, sedentäre Lage abgeschlossen, die neben Resten der genannten Sträucher, von *Equisetum variegatum* und einem Lebermoos *(Pellia* sp.) reichlich *Dryas octopetala* und *Salix arbuscula* enthält, also einen unteren Dryashorizont darstellt. Blytts Angabe, daß alpine und subalpine Arten im untersten Teil des Tuffes fehlen, ist also irrig, und weiter lehrt dieser Horizont, daß vor der Absetzung der folgenden, ausgesprochen sedimentären Schicht eine Unterbrechung der Sedimentation, also wohl eine vorübergehende Versiegung der Quelle stattgefunden hat.

IV. Der Blättertuff. Ein meist regelmäßig geschichteter Tuff von 8—25 (zu unterst bis 30) cm Mächtigkeit mit übereinander liegenden Blättern von *Betula pubescens, Populus tremula, Salix caprea, glauca, hastata* u. a. (*nigricans* und *phylicifolia?*) in großer Menge. Blytt fand auch *Ribes rubrum*, dagegen ist seine Bestimmung von *Alnus* wohl irrtümlich. Von der Föhre ist nur Pollen nachgewiesen, so daß der Baum vielleicht erst in größerer Entfernung gewachsen ist. In der rechten und in der Querserie zeigt sich ein Auskeilen des Blättertuffs, ebenso wie auch der folgenden Lagen; an ihre Stelle tritt Verwitterungsschutt, in dem aber Reste des Blättertuffs dessen früheres Vorhandensein auch hier beweisen. Weder gegen den liegenden Moostuff noch gegen den hangenden Dryastuff bestehen scharfe Grenzen.

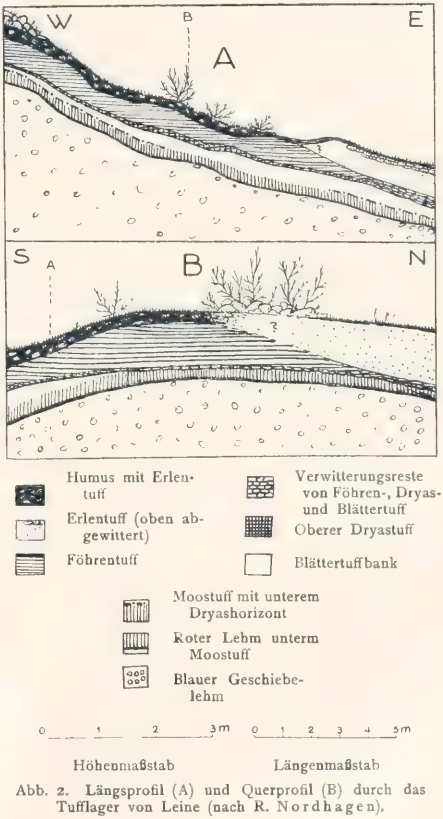


Abb. 2. Längsprofil (A) und Querprofil (B) durch das Tufflager von Leine (nach R. Nordhagen).

V. Der Dryastuff. Eine bald nur angedeutete oder durch Verwitterung entfernte, bald (besonders in den oberen Profilen) bis 15 cm mächtige, oft aus mehreren verschiedenen Lagen zusammengesetzte, meist graugrüne, seltener rötliche Schicht voll von prächtig erhaltenen Resten, auch zahlreichen Blüten und Früchten von *Dryas octopetala*, dazu mit *Salix reticulata* und *herbacea*,

Pyrola cf. *minor*, spärlichen Resten von Birken und Espen, *Carex* sp., *Equisetum variegatum, Hypnaceen* und *Cyanophyceen;* in den oberen Lagen reichlich zarte, wohl stark verwitterte Föhrennadeln. Als zweifelhaft führt Blytt auch *Cotoneaster vulgaris, Betula nana* und *intermedia* und *Arctostaphylos uva ursi* an. Von Landschnecken treten *Cochlicopa lubrica, Conulus fulvus, Hyalinia radiatula* und *Pyramidula ruderata* auf. Die Silberwurz muß damals den ganzen Hügel und jedenfalls auch die darüber gelegenen Schieferfelsen bekleidet haben, wo heute noch einige Gebirgspflanzen vorkommen. Der Baumwuchs muß damals sehr gering gewesen sein, da die ausgeprägt xerophile *Dryas* Beschattung sehr schlecht erträgt. Dasselbe gilt von *Salix reticulata*, heute einem der treuesten Begleiter der nordischen *Dryas*-Heiden (ebenso wie *Carex rupestris, Thalictrum alpinum* u. a.). Die Quelle war offenbar die meiste Zeit versiegt und überzog nur von Zeit zu Zeit die Heidevegetation mit einer Kalkkruste. In den obersten Lagen werden Föhrennadeln immer häufiger, ihre Kleinheit und die kleienartige Beschaffenheit der Ablagerung deuten auf starke Zersetzung. An einzelnen Orten ist nicht nur der Dryastuff, sondern auch der darunterliegende Blättertuff gänzlich abgewittert. Der überhandnehmende Föhrenwald hat offenbar die *Dryas* vollkommen vernichtet.

VI. Der Föhrentuff. Ein etwa 20—70 cm mächtiger Tuffkomplex voll von Resten (großen Nadeln, Zapfen, Rindenstücken usw.) von *Pinus silvestris*, dazu mit Preißelbeere (*Vaccinium vitis idaea*) und spärlicher auch Moorbeere (*V. uliginosum*). Im oberen Teil treten da und dort Reste von Kräutern auf (*Cirsium heterophyllum* mit wohlerhaltenen Körben und Blättern, ein Blatt von *Fragaria vesca, Pyrola minor* und *Tofieldia palustris*), dazu einzelne Laubbäume (*Betula pubescens* und *verrucosa, Populus tremula, Salix caprea, Sorbus aucuparia*), sowie auf den Bäumen gewachsene Flechten (*Parmelia physodes, Peltigera canina*) und ein Moos (*Mnium punctatum* nach Blytt), von Schnecken *Conulus fulvus, Hyalinia radiatula* und *Vitrina pellucida*. Die reichliche Tuffbildung und der üppige Pflanzenwuchs sprechen für reichliche Bewässerung, das Auftreten der Warzenbirke und der Erdbeere für eine entschiedene Temperaturerhöhung gegenüber den vorhergehenden Zeiten. Erstere steigt heute im mittleren Norwegen selten über 400—500 und letztere selten über 1000 m. Der Föhrentuff ist stets von dem Hangenden und oft auch von dem Liegenden durch eine deutliche Diskordanz mit Verwitterungsprodukten getrennt. Da und dort tritt Holzkohle auf, wohl Anzeichen für durch Blitz verursachte Waldbrände. Da die obere Diskordanz sicher auf langdauernde Verwitterung zurückzuführen ist, dürfte die ursprüngliche Mächtigkeit des Föhrentuffs an den meisten Stellen größer gewesen sein.

VI. Der Erlentuff. Schon kleine Bruchstücke können an dem reichlichen Vorkommen von Blättern und Kätzchen der noch heute am Fundort wachsenden *Alnus incana* erkannt werden. Nur stellenweise ist der Erlentuff in größerer Mächtigkeit (in der rechten Serie bis zu 95 cm) erhalten, in den meisten anderen Profilen aber bis auf geringe Bruchstücke in der 10—30 cm mächtigen Humusdecke abgewittert und daher auch von Blytt übersehen worden. Er enthält weiter *Betula pubescens, Populus tremula, Salix caprea, Pinus silvestris* (spärliche Nadeln), *Equisetum hiemale*, Reste von *Gramineen, Cyperaceen*, Moosen, *Cyanophyceen* und Schnecken (*Cochlicopa lubrica, Hyalinia radiatula, Pyramidula ruderata, Vertigo alpestris, Hydrobia Steini*). Der Tuff ist jedenfalls, wie der Mangel einer deutlichen Schichtung zeigt, recht rasch gebildet worden, stimmt also darin mit manchen jungen Tuffen Schwedens überein. Die Fichte hat sich auch nicht durch Pollen nachweisen lassen. Ob sie zur Zeit des Absatzes noch nicht so weit vorgedrungen war, kann aus dem negativen Befund nicht mit Sicherheit geschlossen werden. Jedenfalls bildet der Erlentuff den Übergang zur Gegenwart, in welcher der Tuffabsatz freilich wieder geringer ist. Es ist wiederum eine Verwitterungsphase eingetreten, die aber an Intensität derjenigen zwischen dem Föhrentuff und dem Erlentuff nachsteht.

Insgesamt haben wir also zwei stärkere Verwitterungszeiten (oberer Dryastuff und nach dem Föhrentuff) und zwei schwächere (unterer Dryastuff und nach dem Erlentuff). Daß es sich dabei wirklich nicht nur um lokale Veränderungen, etwa Verschiebungen des Quellmundes, handelt, lehrt der Vergleich mit den anderen Tuffvorkommnissen.

2. Der Kalktuff von Gillebu und der Schwemmkegel von Tingvold in Öier (etwa 60 km südöstlich von Leine). Von dem ursprünglich zusammenhängenden Tufflager, das in etwa 240 m ü. M. liegt, haben sich 2 Platten zu beiden Seiten eines Baches erhalten, der etwa 50 m tiefer bei Tingvold einen großen Schwemmkegel angehäuft hat. Beide Vorkommnisse sind erst 1917 von Öyen und Holme entdeckt worden. In der heutigen Vegetation herrschen Fichten und Föhren, in der Bodendecke Preißelbeere und Astmoose. Das Tälchen ist trotz der heute geringen Wasserführung recht feucht. Das Tufflager dürfte ursprünglich etwa 90 m lang und 30 m breit gewesen sein. Aus einem Profil an der Ostseite und dreien an der Westseite ergibt sich folgende Schichtfolge von unten nach oben (Abb. 3):

I. Grober, stark oxydierter Moränenschutt mit großen Blöcken.

II. Der Blättertuffkomplex von 20 bis 50 cm Mächtigkeit. Die unterste Lage ist durch Eisenverbindungen rostig bis schokoladenbraun oder selbst etwas bläulich gefärbt und stellt einen koksschlackenähnlichen, stellenweise bis 30 cm mächtigen „Eisentuff" dar. Er ist deutlich geschichtet, aber entsprechend der Unterlage sehr uneben. Schon die untere Fläche zeigt massenhafte Abdrücke von Blättern des Sanddorns (*Hippophaës rhamnoides*), dazu von Birken (*Betula*

pubescens) und Weiden (wohl hauptsächlich *Salix phylicifolia* und *caprea*, doch meist kaum sicher bestimmbar). Einige fasrige Strukturen scheinen von Moosen oder Blaualgen herzurühren, doch fehlt eine durchgängige sedentäre Schicht. Die oberen Schichten sind mehr graugelb und enthalten Laubblätter in allen möglichen Lagen, die also nicht wie bei Leine schön geschichtet, sondern sehr rasch eingebettet worden sind. Da und dort ist Moostuff eingelagert. Die oberste, oft sehr dünne Schicht ist deutlicher geschichtet, neben den genannten Arten enthält sie auch *Populus tremula*; die früheren Bestimmungen von Preißelbeere und Grauerle scheinen nicht haltbar zu sein. Als eine besondere Ausbildungsform ist ein Tuffkonglomerat bemerkenswert mit durch regelmäßig geschichteten Sinter verkitteten Geröllen, die wohl aus der Rinne stärkster Strömung stammen, ferner eine mehr breccienartige Form des Eisentuffes.

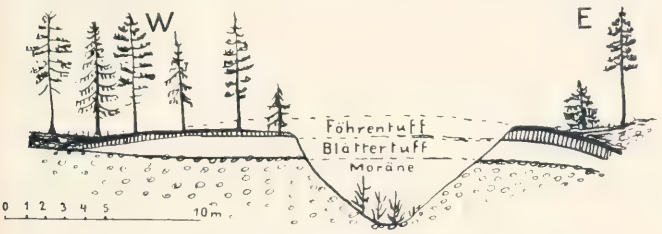


Abb. 3. Halbschematisches, doppelt überhöhtes Profil durch den Gillebu-Tuff. (Nach R. Nordhagen).

III. Der Erdstreifen. Eine 5 bis 20 cm mächtige Verwitterungsschicht, die nur an der Ostseite des Baches gut erhalten, dagegen in den westlichen Profilen gleich dem hangenden Föhrentuff durch spätere Verwitterung größtenteils abgetragen ist. *Dryas* fehlt hier im Gegensatz zu Leine ganz, auch Öyens Angabe von *Salix reticulata* scheint sehr zweifelhaft.

IV. Der Föhrentuff. An der Ostseite noch etwa 30 cm mächtig, an der Westseite bis auf spärliche Reste abgewittert. Die unterste Schicht ist sehr brüchig und fossilfrei, auch der eigentliche Föhrentuff ist sehr locker, stellenweise zu einer konglomeratartigen Masse verbacken. Neben der Waldföhre kommen Birken, Espe, Ulme (durch Pollen nachgewiesen), Weiden und Preißelbeere vor; der Sanddorn fehlt dagegen vollständig, ist also wohl ebenso wie *Dryas* bei Leine der Beschattung durch den Föhrenwald erlegen. Ursprünglich scheint der Föhrentuff mindestens so ausgebreitet und mächtig wie der Blättertuff gewesen zu sein, die obersten Schichten sind aber überall abgewittert, und eine jüngere Tuffbildung scheint hier möglicherweise nie bestanden zu haben.

Der Schwemmkegel von Tingvold, den der das Tufflager durchsägende Bach gebildet hat, erreicht eine Mächtigkeit von 3 m. Über Grundmoräne folgt fluvioglazialer Kies mit Übergußschichtung, darüber der eigentliche Schwemmkegel, in dem über 80 cm Kies eine doppelte, 20—25 cm mächtige Lage voll Kalktuffstücken liegt. Zu oberst folgt Gehängeschutt, in dem stellenweise ein ortsteinartiger Horizont bemerkbar ist. Öyen und Holme fanden darin auch einen Kohlenmeiler, der möglicherweise aus der Eisenzeit stammt. Aus der Beschaffenheit des Schwemmkegels ergibt sich, daß auf die Bildung des Föhrentuffs eine Erosions- und Akkumulationsperiode mit reichlicher Wasserführung gefolgt ist. Der Bach war also ebenso wie die Leinequelle intermittierend: Blätter- und Föhrentuff sind durch eine Trockenheit andeutende Verwitterungsschicht getrennt, und auch hier folgte vor der heutigen Verwitterungsphase eine feuchtere Periode, aus der freilich kein neuer Tuffhorizont, sondern ein Schwemmkegel stammt. Vielleicht ist das gänzliche Aufhören der Tuffbildung dadurch zu erklären, daß sich der Bach bis unter die den Kalk liefernden Schichten eingeschnitten hat. Sicher ist der Kegel nicht einer jüngeren Hochwasserkatastrophe zuzuschreiben, denn der uralte „Königsweg" führt über ihn hinweg, und auch der genannte Kohlenmeiler und das Fehlen der Fichte in der ganzen Ablagerung sprechen für vorgeschichtliches Alter.

3. Der Kalktuff bei Nedre Dal in Faaberg. Dieser liegt unterhalb dem vorigen in 225 m ü. M. und ist schon von Blytt 1892 eingehend beschrieben worden. Im Gegensatz zu den vorigen Vorkommnissen handelt es sich hier nicht um ein geschichtetes Lager, sondern um einzelne Tuffblöcke im Boden unterhalb einer steilen Halde. Die meisten sind heute entfernt. Auch hier sind deutlich ein Blättertuff mit Birke, Espe, Weiden und ohne makroskopische Föhrenreste und ein völlig mit den vorbesprochenen übereinstimmender Föhrentuff zu unterscheiden. Übergangsbildungen und Dryastuff fehlen. Blytt schrieb beiderlei, heute nebeneinander liegende Tuffarten verschiedenen Zeiten zu, glaubte aber, daß sie doch an Ort und Stelle entstanden seien, wogegen die Neuuntersuchung ergab, daß die Blöcke an sekundärer Lagerstätte liegen. Sicher handelt es sich um Reste eines größeren, abgerutschten Tufflagers. Im Blättertuff fand Blytt u. a. auch *Prunus Padus, Salix nigricans* und die Schnecken *Vitrina pellucida, Pupilla muscorum* und *Arianta arbustorum*, im Föhrentuff u. a. *Linnaea borealis*. Auf jeden Fall entsprechen die beiden Tuffe denen von Gillebu und Leine.

4. Kalktuffe bei Onset in Biri am Mjösensee. Blytt hat 1892 ein dortiges Tuffvorkommnis untersucht, seine Befunde aber bis auf eine kurze Notiz in seinem Nachlaß, worin er Föhren- und Birkentuff in getrennten Blöcken nennt, nicht publiziert. In seiner Sammlung von Biri liegt

nach seiner eigenen Aufzeichnung nur ein Stück Föhrentuff von Undset (Onset) und mehrere von Eriksrud, sowie Blättertuff von Undset. Auf Grund dieses Materials hat Öyen eine ganze Schichtfolge zu rekonstruieren versucht, dabei aber unstatthafterweise auch die wohl viel jüngeren Stücke von Eriksrud mitverwandt, und außerdem die ganze Bildung für autochthon gehalten, was ebensowenig wie bei Nedre Dal zutrifft. Es handelt sich sicher um lauter lose, oberflächlich angewitterte Brocken. Die Blattreste, die Öyen als *Dryas* deutete, stellten sich als Fragment eines Erlenblattes heraus. Die Fundstelle selber (in etwa 250 m ü. M.) bietet keine Aufschlüsse mehr, aber darüber lagen im Boden einzelne Tuffbrocken, die, wie Abdrücke von Fichtennadeln zeigen, wohl ganz jungen Alters sind. Irgendwelche sichere Schichtfolge ist nicht nachweisbar. Noch höher oben finden sich an den Felswänden halbrezente Tuffausscheidungen mit zahlreichen lebenden Moosen, (vor allem *Gymnostomum rupestre*) und Blaualgen (*Scytonema mirabile, Petalonema alatum, Chroococcus*-Arten u. a.). Als rezente Tuffbildner waren aus Skandinavien bisher nur *Cratoneura*-Arten, *Distichium capillaceum, Rivularia haematites* und wenig andere Blaualgen bekannt. Von diesen jungen Ausscheidungen sind jedenfalls die fraglichen Bruchstücke mindestens zur Hauptsache abgestürzt. —

Auch einige kleinere Tuffvorkommnisse im oberen Gudbrandsdal (Kringen, Sörem, Pillarviken, Mysuholet) erwiesen sich als zu unbedeutend oder unzugänglich, um stratigraphische Untersuchungen zu ermöglichen.

II. Allgemeiner Teil.

1. Der Gletscherrückzug im Gudbrandsdal. In diesem Abschnitt gibt der Verf. einen — bisher in der Quartärliteratur noch fehlenden — Überblick über den Rückzug der Vereisung in Norwegen, hauptsächlich auf Grund der zahlreichen Arbeiten von Konservator Öyen. Dieser unterscheidet für das Gebiet des Kristianiafjords folgende Rückzugsstadien, die auffallend an solche der Alpengletscher (Penck und Brückner, Hug) erinnern (vgl. auch das Kärtchen Abb. 1):

Ra-Stadium	Smaalenene-Jarlsberg-Stufe Moss Horten-Stufe
Aas-Stadium	Aas-Stufe Ski-Stufe
Aker-Stadium	Nydals Stufe Maridals-Stufe
Romerik-Stadium	Skedsmo-Stufe Berger-Stufe.

Die unbekannte Zeitdauer der diesen Rückzugsstadien zugrunde liegenden Gletscherschwankungen bildet eine ganz bedeutende Fehlerquelle für die quartäre Chronologie. Ganz besonders gilt das für die innerhalb des Romerikstadiums folgende „epiglaziale" oder „Seenstufe", so genannt nach der Lage ihrer Moränen vor den Seen Mjösen, Hurdalsvand, Randsfjord, Spirillen und Krö-deren, die ebenso wie das ihr möglicherweise entsprechende „Bühlstadium" der Alpen sehr umstritten ist. Nach Öyen ist der Gletscher hier über marine Ablagerungen wiederum vorgestoßen. Es handelt sich um die in Romerike und weiter bis Elverum gefundenen Lehme mit der „jüngeren *Portlandia* (= *Yoldia*) *arctica*-Fauna". Die Eismeermuschel tritt hier in einer kleineren Varietät auf, welches Vorkommen De Geer als Relikt zu deuten versuchte. Dagegen spricht, daß diese Fauna eine ziemliche Ausbreitung besitzt und ihrer ganzen Zusammensetzung nach eine tiefere Wassertemperatur anzeigt als die des vorangehenden „*Mytilus*-Stadiums" (mit *Mytilus edulis, Mya truncata, Saxicava pholadis* u. a.), das bei Kristiania in 221 m Höhe, etwas höher als die *Portlandia*-Fauna von Romerike liegt. Auch Blytt hatte bereits einen jüngeren Gletschervorstoß in manchen Gebirgstälern zu finden geglaubt. Nach Öyen entspricht das „*Mytilus*-Niveau" sowohl der wärmeren „arktischen Zeit" Blytts, wie der Achenschwankung Pencks, das jüngere „*Portlandia*-Niveau" Blytts „subglazialer Zeit", Pencks „Bühlvorstoß" und der „Post-Wisconsin-Periode" der Amerikaner. Auch die neueren Beobachtungen von Rekstad, Holme, Björlykke u. a. stimmen gut mit dieser Erklärung. Ähnliche Beobachtungen haben Kaldhol und Kolderup auch an der norwegischen Westküste gemacht. Andere nordische Geologen verhalten sich dieser Auffassung gegenüber noch skeptisch. Viele Fragen bedürfen weiterer Untersuchungen, z. B. die, wieweit sich das Eis im *Mytilus*-Stadium zurückgezogen hat, welche Zeitdauer und welche horizontale Verbreitung diesem zukommt. Jedenfalls muß die Ansicht schwedischer Geologen abgelehnt werden, daß eine größere Gletscherzunge im Gudbrandsdal überdauert habe.

Für die Auffassung Öyens sprechen auch einige Beobachtungen in Dänemark („Allerød-Schwankung" zwischen der älteren und der jüngeren *Dryas*-Zeit, die wohl den beiden *Portlandia*-Zeiten entsprechen) und Schweden (lokale Gletscher nach Enquist).

Der Verlauf der Rückzugsmoränen im Gudbrandsdal zwischen Lillehammer und Otta spricht auch für eine nochmalige Gletscherbewegung talabwärts. Die Eisscheide lag zwischen Dovre und Sel. Die letzten großen Endmoränen entsprechen der jüngeren *Portlandia* Zeit oder aber — für die eine eine solche nicht anerkennenden Geologen — dem letzten Rückzugsstadium des Inlandseises. Zu diesen Moränen gehören die mächtigen Auffüllungsmassen von Leine, deren Material sicher von Norden und Nordosten stammt. Endmoränen finden sich auch noch höher, bis 700 m ü. M., eine genaue Altersbestimmung ist aber noch nicht durchgeführt.

2. Bemerkungen über die erste Flora und Vegetation nach dem Eisrückzug. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß von einer einheitlichen, für ganz Skandinavien geltenden

„*Dryas*-Zeit" nicht die Rede sein kann, wenn diese Annahme auch für manche Gebiete wie Südschweden zutreffen mag. Anderwärts findet man oft neben arktischen Arten (z. B. *Salix polaris* bei Kristiania) viele subarktische. Die Herkunft der Gebirgspflanzen ist recht umstritten. Mehrere Forscher wie schon Blytt und Sernander und neuerdings Hansen, Wille, Th. C. E. Fries und Tengwall nehmen ein Überdauern der letzten Vereisung sowohl auf Nunatakkern im Gebirge, wie auch auf einem eisfreien Küstenstreifen an. Für letztere Annahme spricht der Fund arktischer Pflanzenreste an der Westküste und weiter Öyens Parallelisierung der „Örlandsbank" an der Mündung des Trondhjemfjords mit den äußersten Endmoränen der letzten Eiszeit. Daselbst wurden seit 1900 wiederholt auch Reste von *Salix polaris* und *reticulata* und von *Dryas* gefunden, die aber aus späterer Zeit als die genannte Moräne stammen. Sehr zu Unrecht stellte Enquist alle Funde arktischer Pflanzen in eine einzige Periode. Eine sichere Altersbestimmung ist leider auch für die wohl recht alten Reste arktischer Pflanzen, die H. Smith kürzlich im oberen Jemtland und Herjedalen entdeckt hat, kaum möglich. Daß zahlreiche Arten von der Westküste ins Hochgebirge eingewandert sind, scheint immerhin gesichert.

Andererseits muß man bei der Annahme von Überdauerung sehr vorsichtig sein. Fries und Tengwall sind sicher zu weit gegangen, wenn sie eine solche z. B. für *Carex scirpoidea* und *Saxifraga Aizoon* annehmen. Erstere hat in ganz Europa nur zwei Standorte im Solvaaggebirge beim Junkerdal, die sicherlich unter Eis begraben lagen. Hingegen war das rauhe Klima einem Überdauern der postglazialen Wärmezeit, die anderwärts durch die starke Erhöhung der Waldgrenze viele Gebirgspflanzen vernichtet hat, unzweifelhaft günstig. Ähnliches gilt für das kleine Areal der *Saxifraga Aizoon* um das Balvand südlich vom Sulitjelma. Woher und wann beide Arten zu diesen Örtlichkeiten gekommen sind, wissen wir einstweilen nicht. Manche Gebirgspflanzen sind sicher von Süden und von Osten gekommen, von Süden z. B. *Kobresia bipartita, Nigritella nigra, Ranunculus platanifolius, Gentiana purpurea, Pedicularis Oederi* und *Campanula barbata.*

In solchen Schwankungsperioden, wie der des „*Mytilus*-Niveaus" und der „Alleröd-Gyttja" kann die alpine Vegetation eine sehr große Ausdehnung erlangt haben, wir wissen jedoch auch hiervon noch sehr wenig.

3. Die Kalktuffe von Gudbrandsdal und Blytts Theorie. Blytts Theorie, die sich u. a. auf einzelne Torf- und Tuffprofile stützte, ist heftig angegriffen worden, ist aber doch auch durch die neuesten Untersuchungen immer wieder in einzelnen Punkten bestätigt worden. Mindestens die obere („subboreale") Stubbenlage hat sich in den skandinavischen wie in den nordeuropäischen Torfmooren überhaupt ganz allgemein nachweisen lassen. Selbst so skeptische Forscher wie C. A. Weber und G. Andersson nehmen für diese Bildung eine trockene Periode an. Die neuen Untersuchungen von Sernander, L. von Post und ihrer Schüler in Schweden, von Holmsen in Norwegen und Jessen in Dänemark haben weiter auch den tiefer liegenden „borealen Austrocknungshorizont" Blytts bestätigt, wogegen die Schichtfolge unter diesem noch stärker umstritten ist. Seinen „subarktischen Torf" teilte Blytt später in einen „infraborealen Torf" und eine weitere „subarktische Stubbenlage". Diese Zweiteilung hat sich jedoch bisher an den meisten Orten nicht nachweisen lassen, weshalb die meisten Forscher mit Sernander die ganze Folge zwischen dem Glazial und dem borealen Horizont als „subarktisch" bezeichnen.

Wie schon 1882 Blytt, so suchte neuerdings Öyen die Ergebnisse der Torfmoorforschung und der Strandterrassenuntersuchungen zu parallelisieren. Dabei zeigt sich, daß bei letzteren die den „subarktischen Torfschichten" entsprechenden Ablagerungen zwischen der „marinen Grenze" und dem „*Tapes*-Niveau" gerade die am besten bekannten sind (Brögger, Öyen). Auf das „jüngere *Portlandia*-Niveau" folgt das durch kräftige Muschelbänke, aber geringe Akkumulation eine relativ trockene Zeit andeutende „*Littorina*-Niveau" (nicht zu verwechseln mit der erst viel späteren „*Littorina*-Zeit" in den Ostseeländern), darauf das durch große Lehmterrassen ausgezeichnete und somit starke Akkumulation und Feuchtigkeit anzeigende „*Pholas*-Niveau" und schließlich das „*Mactra*-Niveau" mit fehlender Akkumulation und reichen Schalenbänken mit wärmeliebender Fauna. Auf dieses folgte nach den vorangegangenen Hebungen wieder eine Senkung (die *Littorina*-Senkung der Ostseeländer), die zum eigentlichen „*Tapes*-Niveau" mit seiner starken Akkumulation überleitet. Diese Folge scheint also Blytts spätere Auffassung durchaus zu bestätigen. Die meisten norwegischen Geologen anerkennen sie, weniger dagegen die folgenden Stufen, von denen Öyen zunächst ein durch ausgesprochen wärmeliebende, südliche Arten wie *Trivia europaea, Lima loscombi* und *Conulus millegranus* charakterisiertes „*Trivia*-Niveau", ein unteres, gleichfalls Wärme und Trockenheit anzeigendes „*Ostraea*-Niveau" (einen Wasserstand von 11—22 m über dem heutigen entsprechend) und ein „jüngeres *Ostraea*-Niveau" unterscheidet, auf welches das „*Mya*-Niveau" der Gegenwart folgt. Offenbar entsprechen sich:

Mytilus-Niveau	arktisch
jüngeres *Portlandia*-Niveau	subglazial
Littorina-Niveau	subarktisch sensu stricto
Pholas-Niveau	infraboreal
Mactra-Niveau	boreal
Tapes-Niveau	atlantisch.

Weniger einleuchtend ist, daß Öyen nur das ältere *Ostraea*-Niveau mit subboreal und das jüngere mit subatlantisch parallelisiert, dagegen das *Trivia*-Niveau als „neoboreal" vor die subboreale

Periode einschiebt. Vielleicht gehört es als die Zeit mit der am meisten wärmefordernden Fauna doch auch in die subboreale Zeit. Auf jeden Fall ist beachtenswert, daß nach Öyen wie nach den schwedischen Moorforschern nicht die atlantische, sondern die darauf folgende Zeit das postglaziale Wärmemaximum gebracht hat. Andererseits hat z. B. die Parallelisierung mit den archäologischen Perioden (nach Sernander z. B. subboreal = jüngeres Neolithikum und Bronzezeit, subatlantisch = Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit) noch zu keiner Einigung geführt. Auf jeden Fall sind wir nicht berechtigt, die Blyttsche Theorie nur deswegen abzulehnen, weil sie einen so komplizierten Verlauf annimmt.

Einen solchen bestätigen durchaus auch die Kalktuffuntersuchungen, wie solche besonders in Schweden (Benestad in Schonen, Skultorp in Västergötland, mehrere Tuffe in Jemtland) von Hulth, Kurck, Sernander, Halle, Kjellmark u. a. durchgeführt worden sind. Besonders instruktiv ist der Tuff von Skultorp, dessen verschiedene Lagen Sernander 1916 unter Benutzung der De Geerschen Datierung folgendermaßen bestimmt:

Unter der rezenten Humuslage loser Tuff: subatlantisch, bis 500 v. Chr.
Humuslage und dichter Tuff mit Weidenblättern: subboreal, 500—3500 v. Chr.
Rasch gebildeter, loser Tuff: atlantisch, 3500—5500 v. Chr.
Dichter, wenig mächtiger Föhrentuff zwischen zwei Humuslagen: boreal, 5500 bis 6500 v. Chr.
Moostuff und Seekreide mit Zwergweiden, darunter Sand: subarktisch, 6500 bis 7500 v. Chr.
Darunter Eisseebildungen und Moräne.

Auch im Benestadtuff zeigen sich deutlich eine „subboreale" und eine „boreale" Unterbrechung, und mindestens eine solche zeigt auch der floristisch bemerkenswerte Tuff von Botarfve auf Gotland (nach Halle 1906).

Bei der Neuuntersuchung der Tuffe von Gudbrandsdalen hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß diese besser zu Blytts Theorie stimmen, als dieser selbst ahnen konnte. Er kannte nämlich bei Leine weder den unteren Dryashorizont noch den Erlentuff. Zunächst hielt er deshalb den Blättertuff („Birkentuff") für atlantisch, den Dryastuff und begleitenden Kalklehm für subboreal und den Föhrentuff für subatlantisch, später, nach der Untersuchung des tieferen Vorkommnisses bei Nedre Dal, den Birkentuff für infraboreal, den Dryastuff für boreal und den Föhrentuff für atlantisch. Subboreale und subatlantische Schichten konnte er also nicht finden, erklärte aber ausdrücklich, daß er deren Vorhandensein sowohl bei Leine wie bei Nedre Dal für möglich, wenn auch nicht besonders wahrscheinlich erachte. Beides hat sich nun 30 Jahre später bei Leine tatsächlich nachweisen lassen: der subboreale Verwitterungshorizont und der subatlantische Erlentuff. Damit ist auch die Verbindung mit der Gegenwart hergestellt. Daß es sich nicht um eine bloß lokale Sukzession handelt, lehren die Ablagerungen von Gillebu-Tingvold und Nedre Dal, sowie die schwedischen Kalktuffe. Die Blyttsche Deutung zwingt sich mit Notwendigkeit auf, ohne sie reiht sich Rätsel an Rätsel. Ganz vor kurzem ist übrigens durch Henrik Printz ein Klimawechsel im heutigen Sibirien mit Vordringen der Steppe auf Kosten des Waldes direkt beobachtet worden.

Aus allem ergibt sich folgende Korrelation:

(Siehe Seite 141.)

4. Bemerkungen über die Vegetationsentwicklung im Gudbrandsdal. A. Die subarktische Zeit. Eine scharfe Trennung in eine subarktische und eine infraboreale Periode scheint vorerst nicht angängig. Unter der Abschmelzung der letzten Gletscher war das Klima sicher ausgeprägt kontinental, wie die starken Oxydations- und sonstigen Verwitterungsvorgänge beweisen. Daß sich die Tufflager infolge des durch die Schmelzwässer erhöhten Grundwasserstandes in wenigen Jahrhunderten gebildet haben sollen, wie Andersson und Birger 1912 behaupteten, ist sicher falsch. Die Tuffbildung hat erst nach einer längeren Unterbrechung eingesetzt. Die genannten Autoren haben auch die Eisscheide fälschlich zwischen Leine und Gillebu verlegt, während sie viel höher als Leine lag (vgl. Abb. 1).

Da das Klima noch heute in Gudbrandsdalen ausgeprägt kontinental ist, brauchen wir nicht anzunehmen, daß auch Gebiete mit heute ozeanischem Klima ebenso starke Klimawechsel durchgemacht haben. Daß aber ein Klimawechsel auch in der Umgebung von Kristania und Drontheim stattgefunden hat, lehren die Strandablagerungen. Über die erste Vegetation wissen wir sehr wenig. Als der Tuffabsatz begann, herrschte eine subalpine Laubholzvegetation. Mindestens bei Leine fanden sich auch Alpenpflanzen. Der Fund von vereinzeltem Föhrenpollen kann auf Ferntransport talaufwärts beruhen. Da die Föhre heute neben der Fichte bei Gillebu dominiert und auch noch vereinzelt in der weiteren Umgebung von Leine auftritt und an beiden Orten in der atlantischen Periode absolut dominierte, müssen besondere Gründe vorliegen, die sie in früherer Zeit auf Kosten der Laubhölzer fernhielten. Wir müssen eine Birken-Espenperiode annehmen, mit einer Vegetation ähnlich derjenigen in der heutigen subalpinen Stufe. Diese schon 1842 von Steenstrup geäußerte Annahme scheint nicht überall in Skandinavien zuzutreffen. Auf Gotland, in Südschweden und auf Seeland, nach Holmsen auch im südöstlichsten Norwegen scheint die Föhre gleichzeitig mit den Laubhölzern aufgetreten zu sein. Wohl aber scheint die Steenstrupsche Auffassung für das zentrale und westliche

Klimaperiode		Leinetuff	Gillebu-Tingvold	Nedre Dal	Strandzonen
Gegenwart (relativ trocken)		Verwitterung, schwache Moostuffbildung	Verwitterung	Verwitterung	*Mya*-Niveau
Subatlantisch (feucht und ziemlich warm)		Erlentuff	Erosion, Bildung eines Schwemmkegels mit Tuff in sekundärer Lagerstätte	Rutschungen?	Jüngeres *Ostraea*-Niveau
Subboreal (trocken und sehr warm)		Verwitterungshorizont	Verwitterung	?	Älteres *Ostraea*-Niveau (und *Trivia*-Niveau?)
Atlantisch (feucht, mäßig warm)		Föhrentuff	Föhrentuff	Föhrentuff	*Tapes*-Niveau
Boreal (trocken, kontinental)		*Dryas*-Tuff und Diskordanz	Humusstreifen	Diskordanz	*Mactra*-Niveau
Subarktisch s. lat. (kühl)	infraboreal (feucht)	Blättertuff und Moostuff	Blättertuff	Blättertuff	*Pholas*-Niveau
	subarktisch s. str. (trocken, kontinental)	Roter Lehm (Verwitterungsschicht unter dem Tuff)	Stark verwitterte Moräne mit Eisenanreicherung	»	*Littorina*-Niveau
Letzte Vergletscherung: Subglazial (sehr kalt)		Blauer Moränenlehm mit Blöcken	Moränenschutt	Moräne	Jüngeres *Portlandia*-Niveau,
Arktisch (etwas wärmer)					*Mytilus*-Niveau

Norwegen zuzutreffen. Die Föhrengrenze lag wohl wesentlich tiefer als heute. Andererseits waren aber die Gletscher schon stark zurückgewichen. Auf dem offenen Gelände konnten sich lichtbedürftige Arten wie *Hippophaës* und höher oben *Dryas* ausbreiten. Es können nur lichte Birkenhaine bestanden haben, denn sobald sich geschlossener Nadelwald einstellte, starben die beiden genannten Arten aus.

B. Die boreale Zeit. Diese bedeutet eine völlige Unterbrechung der Tuffbildung. Das Klima wurde nicht nur trockener, sondern wenigstens im Sommer auch wärmer. Von Wäldern können nur ganz lichte Birken-Föhrenhaine bestanden haben, denn sonst wären die geschlossenen *Dryas*-Teppiche von Leine unverständlich. Ein solcher bedeckte zweifellos auch die Schieferfelsen höher oben, wo heute *Dryas* fehlt. Von ihren Begleitern haben sich daselbst folgende bis heute zu behaupten vermocht: *Cetraria nivalis, Selaginella spinulosa, Poa alpina* und *caesia, Carex capillaris* und *sparsiflora, Juncus trifidus, Polygonum viviparum, Cerastium alpinum, Draba hirta* und *incana, Parnassia palustris, Potentilla Crantzii, Astragalus alpinus, Gentiana nivalis* und *tenella, Veronica saxatilis* und *Antennaria alpina*. Einzelne davon können natürlich auch später eingewandert sein. Auf jeden Fall war in der borealen Zeit die alpine Stufe ausgedehnter als heute. Die Schneegrenze lag kaum tiefer, wohl aber die Waldgrenze. Über deren Beschaffenheit sind die Meinungen geteilt. In der postglazialen Wärmezeit, deren Höhepunkt sicher in die subboreale Periode fällt, lag die Föhrengrenze im mittleren Skandinavien 150 bis 300 m als heute, es ist aber sehr fraglich, ob auch die Birkengrenze eine ähnliche Verschiebung durchgemacht hat. Die Föhre verlangt eine wesentlich höhere Sommertemperatur als die Birke, für welche dafür die Länge der Vegetationsperiode von ausschlaggebender Bedeutung ist (Fries, Tengwall, Smith). Es muß daher für jede Periode besonders untersucht werden, ob ein „subalpiner Birkengürtel" bestanden hat oder nicht. Für die subarktische Periode scheint dies für das mittlere und westliche Norwegen sicherzustehen, für die nachfolgenden kontinentalen Perioden dagegen nicht. Sernander will keine größere Ausdehnung der alpinen Stufe in subarktischer und borealer Zeit annehmen, womit aber die neuen Befunde in Widerspruch stehen.

Eine Parallelisierung zwischen den Tuffen von Gudbrandsdalen und Jemtland ist nur schwer durchführbar, doch stimmen sie wenigstens soweit überein, daß in den untersten Schichten die Föhre fehlt oder doch nur ganz vereinzelt auftritt, dafür *Dryas* und *Hippophaës* in Menge erscheinen, um später mit dem Überhandnehmen des Föhrenwaldes ganz zu verschwinden. Ein Blättertuff

fehlt dagegen in Jemtland, wahrscheinlich deshalb, weil sich dorten das Eis erst später zurückgezogen hat als im zentralen Norwegen. Die Zweiteilung des Eisrestes im schwedischen Gebirge hat nach De Geer und Sernander wohl in borealer Zeit stattgefunden. Jedenfalls war aber Gudbrandsdalen damals schon eisfrei. Sowohl dort wie in Jemtland bestanden günstige Bedingungen für Alpenpflanzen, bis zu ihrer Verdrängung durch den aufrückenden Föhrenwald.

Ganz besonders interessant ist das Auftreten des Sanddorns, *Hippophaës rhamnoides*, dessen Ausbreitung in Fennoskandinavien der Verf. eingehend schildert und auch kartographisch darstellt. Heute ist er in Skandinavien mit Ausnahme vereinzelter Vorkommnisse an dem Trondhjemsfjord und in Salten streng an die Küsten gebunden, namentlich an diejenigen Strekken, wo durch stärkere Landhebung ständig Neuland erzeugt wird. Fossil ist die Art außer bei Gillebu an 7 Stellen in Jemtland und an je einer in Åsele-Lappmark, in Medelpad und auf Gotland nachgewiesen, sie war also sicher in subarktischer und borealer Zeit viel weiter verbreitet, hat aber dann an den meisten Orten der Konkurrenz der Föhre und wohl auch der Laubhölzer weichen müssen. Die lichtbedürftige Art hat nur ein sehr geringes Konkurrenzvermögen und zieht sich daher auf schwer besiedelbare Felsen, Geröllhalden (so im Junkerdal in Salten), auf Alluvionen und Dünen zurück. Klimatisch ist sie in hohem Grad indifferent, dagegen deutlich etwas kalkhold, namentlich im nördlichen Teil ihres Areals. Ihre Gesamtverbreitung, die vom zentralasiatischen Hochland bis Westeuropa reicht, und ihr Massenauftreten auf den Ålandsinseln hat Palmgren eingehend geschildert. Öyen ist sicher im Unrecht, wenn er die Verbreitung dieser Art allein auf klimatische Ursachen zurückführen will.

Ähnlich verhalten sich wohl auch manche andere Arten, so die im Gegensatz zu *Hippophaës* noch heute in Gudbrandsdalen vorkommende *Myricaria germanica*, die sowohl in Mitteleuropa wie in Hochtibet oft den Sanddorn begleitet. *Aster subintegerrimus* (= *sibiricus* L.) reicht von Sibirien bis Finnland und hat dann ein ganz isoliertes kleines Areal am offenen Kies- und Sandstrand des Aursundsees bei Röros. Auch *Carex bicolor* zeigt solch disjunkte Areale, die vielleicht ähnlich zu erklären sind. Einige östliche Arten haben ein ganz unvermitteltes Areal im Gudbrandsdal selbst, wo sie wohl kaum (wie Wille für *Atragene sibirica* annahm) erst in neuerer Zeit eingewandert sind, sondern sich dank günstiger Umstände bis heute erhalten konnten. Von diesen reicht *Athyrium crenatum* von Nordasien bis Nord- und Mittelfinnland (fehlt im übrigen Europa), *Cystopteris sudetica* von Rußland bis in die Karpathen und *Atragene sibirica* von Nord- und Mittelasien nur bis Rußland und Südostfinnland. Eine befriedigende Erklärung für das Auftreten dieser Arten im Gudbrandsdal steht zurzeit noch aus.

C. Die atlantische Zeit. In dieser Zeit herrschten dichte Föhrenwälder. Wahrscheinlich waren auch einzelne wärmeliebende Laubhölzer weiter verbreitet als heute, so *Corylus Avellana*, *Ulmus montana* (reicht heute bis Faaberg, durch Pollen im Föhrentuff von Gillebu nachgewiesen), *Acer platanoides* und *Betula verrucosa* (im Leinetuff). Das Klima war also wohl mindestens so warm wie heute. Für den Rückgang von *Hippophaës*, *Dryas* und anderen lichtliebenden Arten ist hauptsächlich das Vordringen des geschlossenen Waldes verantwortlich zu machen.

D. Die subboreale Zeit. Über deren Vegetation wissen wir aus den Tuffablagerungen nicht mehr, als daß es sich um eine trockene Zeit mit intensiver Verwitterung handelte. Nach den Befunden in den Mooren und an der Küste war es die wärmste Periode der ganzen postglazialen Folge. Der Verf. fand z. B. neben *Trivia europaea* die Muschel *Solecurtus candidus*, die heute nicht über die Irische See nach Norden reicht, noch auf den Froöern vor dem Trondhjemsfjord. In diese Zeit fällt wohl die Einwanderung und maximale Ausbreitung zahlreicher südlicher Arten, u. a. *Trapa natans*, *Dracocephalum Ruyschiana* und *Brachypodium pinnatum*.

E. Die subatlantische Zeit. Die starke Erosion und Akkumulation bei Gillebu-Tingvold und das Überhandnehmen der aus früheren Schichten nicht mit Sicherheit nachgewiesenen Grauerle bei Leine deutet auf zunehmende Feuchtigkeit. Wahrscheinlich ist damals auch die Fichte *(Picea excelsa)* in Norwegen eingewandert, vielleicht aber noch nicht bis Leine, wo der negative Befund freilich nicht beweisend ist. Die obersten Schichten sind eben auch dorten stark verwittert. Die Waldgrenze rückte abermals herab, und durch Erdrutschungen wurde manchen Alpenpflanzen auch eine Ansiedlung in tieferen Lagen ermöglicht. Andererseits scheint das milde, ozeanische Klima auch manchen wärmeliebenden Arten ein Verbleiben gestattet zu haben, namentlich in so begünstigten Tälern wie Gudbrandsdalen. Die letzte Entwicklungsphase kennzeichnen die Ausbreitung des Fichtenwaldes und schließlich die zunehmende Umgestaltung von Gelände und Vegetation durch den Menschen.

Die geschilderte Entwicklung gilt natürlich zunächst nur für das untersuchte Gebiet. Ähnliche Untersuchungen müssen in anderen Gegenden erst durchgeführt werden.

Verzeichnisse der gefundenen Pflanzen- und Schneckenarten, der benutzten umfangreichen Literatur und 5 Tafeln mit wohlgelungenen Wiedergaben der wichtigsten Funde von Leine und Gillebu beschließen die gehaltvolle Arbeit, der größte Beachtung nicht nur in Skandinavien, sondern auch in Mitteleuropa zu wünschen ist. H. Gams.

Bücherbesprechungen.

Diener, K., Paläontologie und Abstammungslehre. Sammlung Göschen, Nr. 460, 2. Aufl. 137 S. mit 9 Abb. Berlin-Leipzig 1920, Vereinigung wissensch. Verleger. 4,20 M.

Die Erforschung der vorweltlichen Tiere und Pflanzen hat uns ein biologisches Material zur Verfügung gestellt, das in manchem hinter den Lebewesen der Gegenwart an Wert zurückstehen muß, mindestens aber quantitativ unvergleichlich viel vollständiger ist und durch die historische Aufeinanderfolge vor allem für entwicklungstheoretische Probleme von ganz überragender Bedeutung ist. Die Frage nach der Umwandelbarkeit der organischen Formen steht nicht mehr zur Diskussion. Die ganze Paläontologie ist eine einzige Bejahung, der es freilich kaum mehr bedurft hätte. Dagegen sind die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich die Wandlung vollzieht, ein schier unübersehbares Feld wissenschaftlichen Suchens geworden. Die Antworten früherer Zeit, allen voran diejenigen Lamarcks und Darwins haben an Wert wenig eingebüßt, genügen aber längst nicht mehr für die Fülle neuer Beobachtungstatsachen.

Die Paläontologie hat ein gewaltiges Material beigebracht, durch das früher erkannte Gesetzmäßigkeiten von neuer Seite her beleuchtet und bestätigt wurden. Darüber hinaus haben sich nun Erkenntnisse gewinnen lassen, durch welche frühere ergänzt, erweitert, bereichert wurden. Sodann haben sich doch auch an älteren Ergebnissen der Wissenschaft sehr bedeutsame Abänderungen vollzogen durch das, was der Überblick über die Vergangenheit an neuen Gesichtspunkten hervortreten ließ. Umformungen, zum Teil sehr durchgreifender Art (es sei nur an das Vergleichsschema des „Stammbaums" erinnert) waren erforderlich, grundlegende Anschauungen (z. B. der Zweckmäßigkeitsgedanke) mußten fallen oder erheblich eingeschränkt werden. Viele neu aufgeworfene, noch ganz ungelöste Probleme (Aussterben der Gruppen u. a. m.) haben frische Impulse verliehen.

Über alles das ist ein sehr großer Teil der Gebildeten, selbst in akademischen Kreisen unbmittelar benachbarter und bewährter Wissenszweige allzu wenig unterrichtet. Verf. hat sich dankenswerterweise der Aufgabe unterzogen, eine Fülle von Material zu solchen Fragen zusammenzutragen und kurz übersichtlich einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen. Jedes der zahlreichen Einzelkapitel behandelt einheitlich ein bestimmtes Problem oder einen Problemkomplex mit äußerst zahlreichen und mannigfaltigen Belegen aus der Paläozoologie. Die Paläobotanik bleibt leider völlig aus dem Spiel, obwohl auch ihr für den Stoff viel zu entnehmen wäre. In der Anordnung der Kapitel wird eine Gesamtdisposition nicht recht ersichtlich, so daß der Eindruck eines Mosaiks entsteht. Doch tut das dem sachlichen Wert des Heftchens keinen Abbruch.

Die Zuverlässigkeit der Behandlung des Stoffes braucht nicht erst hervorgehoben zu werden. Wenn von dem verschiedenen Tempo der Entwicklung tertiärer Wirbellosen und Wirbeltiere die Rede ist (S. 69), so bleibt anscheinend unbeachtet, daß unsere Artbegriffe in beiden Fällen gänzlich abweichend geartet sind und nicht einfach als vergleichbare Werte einander gegenübergestellt werden dürfen. Zu Ausstellungen inhaltlicher Art ist im übrigen kein Anlaß, es sei denn, daß auf S. 51 der „Urschildkröte" Eunnotosaurus hätte Erwähnung getan werden sollen und Belodon unmöglich als „ältestes Krokodil" hingestellt werden kann. Dem Werke kann nur weiteste Verbreitung gewünscht werden, da es in deutscher Literatur ziemlich vereinzelt dasteht.

Edw. Hennig.

Buchner, Paul, Tier und Pflanze in intrazellulärer Symbiose. 462 S., 103 Abb. und 2 Taf. Berlin 1921, Gebr. Bornträger.

Das Buchnersche Werk eröffnet eine neue Disziplin zwischen Zoologie und Botanik. Im wesentlichen im letzten Jahrzehnt einen ungeahnten Aufschwung nehmend, zeigt heute die Lehre von der Symbiose ganze große Gruppen des Tierreichs in engstem und notwendigen Zusammenleben mit verschiedenen Klassen niederer Pflanzen. Zum Teil (Algen) waren Erscheinungen dieser Art schon länger bekannt, im volleren Umfang erkannt und geklärt sind sie erst durch die Arbeiten eines Pierantonie, Sulc, nicht zum wenigsten durch Buchner selbst, der hier zuerst eine einheitliche erschöpfende und klare Darstellung gibt.

Das Buch schildert die Algensymbiose der Protozoen, Schwämme und Cölenteraten, Symbiosen bei Würmern mit Algen und Bakterien, bei Bryozoen, Echinodermen, Mollusken und Tunikaten, endlich die intrazelluläre Pilz- oder Bakterien-Symbiose bei Insekten und die Leuchtsymbiosen bei Coleopteren, Pyrosomen und Cephalopoden.

Es erscheint unmöglich, auch in einem längeren Referat dem Inhalt der einzelnen Kapitel auch nur annähernd gerecht zu werden. Die meiste Förderung erfuhr durch Buchners eigene Arbeiten der Teil, der die Insektensymbiose und die Leuchtsymbiosen behandelt. Man liest von den entwicklungsgeschichtlich merkwürdigen Zusammenhängen zwischen Symbionten und den tierischen Organen in denen sie wohnen; von ihren Beziehungen zum Fortpflanzungsprozeß, der Übertragung der Symbionten auf die Eier, die wie bei den Aleurodiden in ganzen Zellen — Mycetozyten — des mütterlichen Organismus erfolgt, die im jungen Tier eine freilich begrenzte Rolle spielen; endlich von den ungewöhnlich komplizierten Verhältnissen bei den Cikaden — die Buchner entwicklungsgeschichtlich zu deuten versucht — und hört die Lösung des alten Problems vom tierischen Leuchten.

Eine große Anzahl von Originalen und anderen Abbildungen ermöglicht auch dem Nichtzoologen die Verfolgung der Schicksale der Symbionten im tierischen Organismus, bei der nur gelegentlich der Mangel von Angaben über die verwandte Vergrößerung störend empfunden wird.

Die physiologische Seite des Problems steckt freilich noch in den Anfängen. Buchner hat sorgsam alle Theorien über die mögliche Bedeutung der Symbionten für den Stoffwechsel und das biologische Verhalten des Tiers gesammelt und selbst neue Wege und Möglichkeiten aufgewiesen.

Botaniker haben sich mit der Sache erst in sehr geringem Umfang beschäftigt. Und doch ist die Lösung der physiologischen Fragen erst nach Identifizierung, Isolierung und Reinkultur der betreffenden Symbionten möglich, die mehrfach versucht wurde und in einigen Fällen gelungen sein soll.

Die Einsicht in die betreffenden Originalarbeiten läßt aber bereits erkennen, daß es sich hier um zum Teil mit ganz unzureichenden Methoden unternommene Versuche handelt und daß positiven Resultaten gegenüber — mit sehr wenigen Ausnahmen — die größte Skepsis am Platze ist. Burgeff.

Straßburger, E., Das Botanische Praktikum. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere. Zugleich ein Handbuch der mikroskopischen Technik. Sechste Auflage, bearbeitet von M. Koernicke. XXVI und 873 S. mit 247 Holzschnitten und 3 farbigen Bildern im Text. Gr. 8°. Jena 1921, Gustav Fischer. — Brosch. 120 M., geb. 135 M.

Das große botanische Praktikum erscheint zum zweiten Male seit Straßburgers Tod, ganz in seinem Sinne von Koernicke weiter geführt. Es ist seit langem nicht nur das Vademekum des mikroskopierenden Botanikers, sondern auch mancher Zoologe hat seine Technik im Fixieren, Schneiden, Färben und Mikroskopieren an der Hand des Altmeisters der botanischen Cytologie ausgebildet. Es gibt auch sicherlich kein modernes Buch, das so klar und umfassend die Grundlagen der mikroskopischen Technik darstellt, wie der Straßburger-Koernicke. Die altbewährte Anordnung ist dieselbe geblieben, dabei wurde aber der Stoff vollkommen durchgearbeitet und mit dem Stand des heutigen Wissens in Einklang gebracht. Eingehender noch als in den früheren Auflagen wurden die Literaturbelege angegeben, und vor allem eine möglichste Lückenlosigkeit auf mikroskopisch-technischem Gebiete angestrebt. Das ist bis zu einem überraschend hohem Grade gelungen und dabei auch die ausländische Literatur benutzt, soweit das unter den heutigen Umständen möglich ist. Erreicht wird das wie in den früheren Auflagen durch ein besonderes umfangreiches Register, in dem für die Vertreter aller Abteilungen des Pflanzenreichs die empfehlenswertesten Fixierungs- und Färbungsverfahren, für die niederen zudem noch in möglichster Vollständigkeit die besten Kulturmethoden angegeben sind. Zu erwägen wäre vielleicht gewesen, ob die im Text angeführten Preisangaben für mikroskopische Utensilien, die sich noch durchweg auf der Basis der Vorkriegszeiten halten, besser fortgelassen wären. Bei der nächsten Auflage müßten wohl auch einige der zarteren Klischees erneuert werden.
Nienburg.

Wolff, Dr. Hans, Die Harze, Kunstharze, Firnisse und Lacke. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger W. de Gruyter & Co. 6 M.

Eine vorzügliche Übersicht aus der Feder des bekannten Fachmannes in diesem analytisch wie konstitutionschemisch gleich unübersichtlichen Gebiete! Dem Anfänger wird eine gute Vorstellung von der Mannigfaltigkeit des Themas gegeben, — beinahe freilich ist zu viel des Guten an Stoff geboten. Bei den dankenswerterweise häufigen Literaturhinweisen könnte manches Problematische zugunsten des Grundsätzlichen gekürzt werden. Viele ebenso gute wie knapp dargestellte analytische Hinweise werden dem Büchlein im Kreise der Fachgenossen Eingang verschaffen, und Berichterstatter bestätigt, daß man wirklich danach „arbeiten" kann. Eine Bereicherung des Schrifttums, der Verbreitung dringend zu wünschen ist!
H. H.

Literatur.

Vaerting, Dr. M., Die weibliche Eigenart im Männerstaat und die männliche Eigenart im Frauenstaat. Karlsruhe i. B. '21, G. Braunsche Hofbuchdruckerei und Verlag. 25 M.

v. Frisch, Karl, Über den Sitz des Geruchssinnes bei Insekten. Jena '21, Gustav Fischer. 18 M.

Tschulok, Dr. S., Deszendenzlehre. Jena '22, Gustav Fischer. 48 M., geb. 58 M.

Das Pflanzenreich, herausgeg. von A. Engler, IV, 252. A. Brand, Borraginaceae-Borraginoideae Cynoglosseae. Leipzig '21, W. Engelmann. 144 M.

Vegetation der Erde, herausgeg. von A. Engler und O. Drude. IX.: A. Engler, Die Pflanzenwelt Afrikas, insbesondere seiner tropischen Gebiete. III. Band, 2. Heft. Leipzig, W. Engelmann. 340 M., geb. 375 M.

— —, XIV.: L. Cockayne, The vegetation of New Zealand. 210 M., geb. 250 M.

Inhalt: F. Fischer, Stoff und Eigenschaft. S. 129. L. Lindinger, Ein Vorschlag zur genauen Festlegung des Fundorts. S. 132. — **Einzelberichte:** R. Nordhagen, Kulktuffstudien aus dem zentralen Norwegen. (3 Abb.) S. 133. — **Bücherbesprechungen:** K. Diener, Paläontologie und Abstammungslehre. S. 143. P. Buchner, Tier und Pflanze in intrazellulärer Symbiose. S. 143. E. Straßburger, Das Botanische Praktikum. S. 144. H. Wolff, Die Harze, Kunstharze, Firnisse und Lacke. S. 144. — **Literatur:** Liste. S. 144.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 12. März 1922. | Nummer 11.

Eine elementare Theorie der Gravitation.

Von **Stjepan Mohorovičić.**

[Nachdruck verboten.]

Mit 2 Abbildungen.

1. Es ist bekannt,[1]) daß A. Einstein zuerst das Gravitationsfeld mit Hilfe seines Coupés erklären wollte, in welchem sich eingesperrt ein Beobachter (x', y', z', t') befindet; dieses Coupé bewegt sich gegen einen „ruhigen" Beobachter (x, y, z, t) mit einer variablen Geschwindigkeit. Ein konstantes Gravitationsfeld wird der Beobachter im Coupé nur dann konstatieren, wenn sich sein Coupé mit einer gleichmäßig beschleunigten Geschwindigkeit (mit konstanter Beschleunigung g) bewegt. Diesen Fall werden wir hier etwas näher betrachten und wir nehmen in erster Annäherung an, daß die beiden Systeme S' und S mittels der Galileischen Transformationsgleichungen gebunden sind:

$$x' = x - vt,\quad y' = y,\quad z' = z,\quad t' = t; \qquad (1)$$

in unserem Falle müssen wir anstatt der Geschwindigkeit v die mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}$ annehmen, wo

$$\bar{v} = \frac{1}{2} v = \frac{g t}{2}, \qquad (2)$$

und mit Rücksicht auf (1):

$$x' = x - \frac{g}{2} t^2,\quad y' = y,\quad z' = z,\quad t' = t. \qquad (3)$$

In der Zeit $t' = t = o$ fallen die beiden Systeme zusammen, so auch die Anfangspunkte O' und O [siehe Abb. 1], und wir werden annehmen, daß in diesem Augenblicke der eingesperrte Beobachter

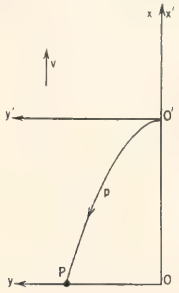


Abb. 1.

im Coupé einen Körper P längs der y-Achse mit einer konstanten Geschwindigkeit w geworfen hat; d. h. wir haben

$$x = o,\quad y = + w t, \qquad (4)$$

und mit Rücksicht auf (3):

$$x' = - \frac{g}{2} t^2,\quad y' = + w t \qquad (5)$$

oder:

$$x' = - \frac{1}{2} \frac{g}{w^2} y'^2. \quad \ldots\ldots \text{p} \qquad (6)$$

Der eingesperrte Beobachter in O' wird sich denken, daß er sich in einem konstanten Gravitationsfelde befindet, und daß der Körper P in einer Parabel p hinunterfällt; dies zeigt uns, daß die Beschleunigung und die Gravitation nur von mathematischer Seite gleichwertig sind, wie ich dies schon in einer anderen Arbeit betont habe.[1])

2. Dieses Ergebnis der Newtonschen Mechanik müssen wir hier etwas umändern, da sich in der Tat die Geschwindigkeit v nach einem anderen Gesetze als in der klassischen Mechanik ändert; sie darf nie größer als die Lichtgeschwindigkeit c werden, d. h. für $t = \infty$ ist $v = c$. Wir können sehr leicht finden, daß:[2])

$$v = \frac{g t}{\sqrt{1 + \frac{g^2 t^2}{c^2}}}. \qquad (7)$$

Um den zurückgelegten Weg in der Richtung der negativen x'-Achse zu finden (Abb. 1), müssen wir das Integral berechnen:

$$x' = - \int_o^t v \, dt, \qquad (11)$$

wo wir für v den Wert aus (7) einsetzen müssen, und wir finden für den zurückgelegten Weg sofort:

---

[1]) Wegen leichteren Verständnisses und größerer Klarheit der Theorie sind wir genötigt in den §§ 1—5 einige vorbereitende Ausführungen durchzuführen, welche ganz elementarer Natur sind.

[1]) S. Mohorovičić, Die Folgerungen der allgemeinen Relativitätstheorie und die Newtonsche Physik. Diese Zeitschr. 20, 1921, 737—739, Nr. 52.

Dieses Beispiel habe ich deshalb hier so ausführlich betrachtet, um zu zeigen, daß wir auch in der klassischen Mechanik auf diese Weise das Gravitationsfeld „erzeugen", und die Erscheinungen, welche sich in ihm abspielen, mathematisch beschreiben können. Die Stärke dieses Gravitationsfeldes wird hier von der Zeit unabhängig.

[2]) Um das Gesetz über die Änderung der Geschwindigkeit mit der Zeit abzuleiten, können wir aus der Formel (89) in dem Buch von M. v. Laue, Die Relativitätstheorie I. Bd. S. 90 (4. Aufl.), nachdem wir sie etwas vereinfacht haben, ausgehen:

$$x^2 - c^2 t^2 = \frac{c^4}{g^2}. \qquad (8)$$

Wenn wir diese Gleichung differentieren, bekommen wir:

$$x\,dx - c^2 t\,dt = o \qquad (9)$$

oder

$$v = \frac{c^2 t}{x}. \qquad (10)$$

Setzen wir den Wert von x aus (8) in (10) ein, so haben wir unmittelbar das gesuchte Gesetz (7).

$$x' = \frac{c^2}{g}\left[1 - \sqrt{1 + \frac{g^2 t^2}{c^2}}\right]. \qquad (12)$$

Da nach der Voraussetzung

$$y = \pm wt, \qquad (13)$$

so finden wir, wegen $y' = y$, aus (12):

$$\left(x' - \frac{c^2}{g}\right)^2 = \frac{c^4}{g^2} + \frac{c^2}{w^2} y'^2, \qquad (14)$$

oder:

$$x'^2 - 2\frac{c^2}{g} x' = \frac{c^2}{w^2} y'^2, \ldots\ldots h \qquad (14^{bis})$$

und dies ist eine Hyperbel, welche einen Scheitelpunkt in dem Koordinatenursprung O' hat (siehe Abb. 2), und uns wird nur dieser Ast interessieren, für welchen $x' < o$ ist. Wir haben im voraus eine hyperbelartige Kurve erwartet, da nach einiger Zeit der Körper P annähernd längs

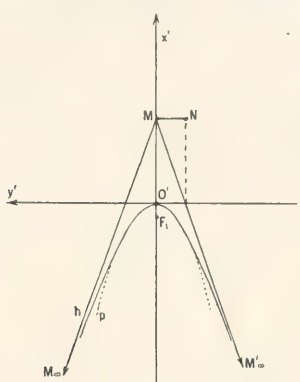


Abb. 2.

der Gerade (Asymptote) MM_∞ sich bewegen möchte, weil seine Geschwindigkeit, mit welcher wir ihn längs der y-Achse geworfen haben, konstant ist und die Geschwindigkeit längs der negativen x'-Achse wird nach einiger Zeit schon fast ihr Maximum c erreichen.

Wir können noch zeigen, daß die Parabel p der klassischen Mechanik nur die erste Annäherung unserer Hyperbel h ist. Suchen wir im Koordinatenursprung O' die Näherungskurve unserer Hyperbel h, so finden wir mit Hilfe des analytischen Dreiecks, daß dafür nur die Glieder mit x' und y'^2 in Betracht kommen; somit finden wir als Nährungskurve die Parabel p (6) der klassischen Mechanik, wo immer $g < c$ sein muß. Dieselbe bekommen wir aus (14bis), wenn wir sie mit c^2 dividieren und dann $c = \infty$ einsetzen.[1])

[1]) Für $c = \infty$ nimmt (12) unbestimmten Wert an; wir werden auch später zeigen, daß in diesem Spezialfall x' den Wert (5) annehmen wird. Jetzt können wir in erster Annäherung (12) in der Form schreiben:

$$x' = \frac{c^2}{g}\left[1 - \left(1 + \frac{g^2 t^2}{2c^2}\right)\right] = -\frac{gt^2}{2},$$

und dies ist das Gesetz (5) der klassischen Mechanik.

Wir werden noch die große und kleine Achse a und b unserer Hyperbel h (14bis) berechnen; dafür finden wir:

$$MO' = a = \frac{c^2}{g}, \quad MN = b = \frac{wc}{g}; \qquad (15)$$

die große Achse und die Lage des Hyperbelmittelpunktes M sind unabhängig von der Geschwindigkeit w des Körpers P.

3. Wenn der eingesperrte Beobachter im Coupé den Körper P mit der Lichtgeschwindigkeit c längs der y-Achse geworfen hätte, so wäre dann $b = \frac{c^2}{g} = a$; d. h. unsere Hyperbel h wäre eine gleichseitige Hyperbel, und gerade dieselbe, welche Born in der xt-Ebene bekommen hat.[1]) Diese gleichseitige Hyperbel möchte auch ein Lichtsignal beschreiben, wenn es der Beobachter im Coupé längs der y-Achse abgesendet hätte, in dem Augenblick $t = o$. Da das Licht die Energie, dann auch die schwere Masse hat, so wird es für den Beobachter im Coupé, welcher glaubt in einem „konstanten" Gravitationsfelde sich zu befinden (welches Feld in der Wirklichkeit immer schwächer und schwächer wird), dieselbe gleichseitige Hyperbel beschreiben:

$$x'^2 - 2\frac{c^2}{g} x' - y'^2 = o. \qquad (16)$$

Wenn das Coupé ein Fenster hätte, so möchte der eingesperrte Beobachter den Stern M_∞, bzw. M'_∞ (Fig. 2) in der Richtung der positiven, bzw. negativen, y'-Achse sehen; er möchte die Hyperbel (16) als seine y'-Achse bezeichnen, und wir möchten sagen, daß dieser Beobachter „natürlich" mißt, da er die Krümmung des Lichtstrahles nicht konstatieren könnte; für ihn pflanzt sich das Licht geradlinig fort, gerade so, wie auch für den „ruhigen" Beobachter in O, für welchen kein Gravitationsfeld besteht. Auf diese Weise sind wir gekommen zu dem Satz der Relativität des Gravitationspotential, bzw. der Gravitationswirkung.[2]) Daraus folgt, daß wir alle diese Erscheinungen behandeln können, als wenn kein Gravitationsfeld vorhanden wäre, und wir können auch die Lorentzschen Transformationsgleichungen benützen. Da wir gerade die Unterschiede finden wollen, welche im „konstanten" Gravitationsfelde bestehen, so müssen wir einige Korrekturen durchführen, d. h. wir müssen „rationell" messen.

4. Wenn der Beobachter im Coupé ein Lichtsignal nach allen Seiten im Augenblicke $t' = t = o$ aus O' sendet, dann wird es ihm scheinen, falls

[1]) M. v. Laue, l. c.; siehe auch M. Abraham, Theorie d. Elektr. II. Bd., 4. Aufl., 1920, S. 376—377. Dort steht es, daß die Geschwindigkeit v deshalb nicht größer als die Lichtgeschwindigkeit c werden kann, weil die Beschleunigung mit wachsender Zeit beständig abnimmt. Die Stärke des Gravitationsfeldes wird deshalb, für den Beobachter im Coupé, mit der Zeit beständig abnehmen.

[2]) Vgl. z. B. G. Mie, Die Einsteinsche Gravitationstheorie. Leipzig 1921; S. 37—38 und 46—47. So sagt er (S. 38): „Es scheint, als ob eine brauchbare Gravitationstheorie ohne ihn wohl nicht zu machen ist, ..."

er „natürlich" mißt, daß sich das Licht als Kugelwelle nach allen Seiten ausbreitet:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = c^2 t'^2, \tag{17}$$

welche für den „ruhigen" Beobachter in S alle innerhalb des Asymptotenkegels

$$Ax^2 + y^2 + z^2 = Ac^2 t^2 \tag{18}$$

sich befinden werden. Setzen wir jetzt:

$$A = \frac{1 - \frac{\bar{v}^2}{c^2}}{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \tag{19}$$

wo v mit der Relation (7) gegeben ist, dann müssen wir $\bar{v}$, welche wir als mittlere Geschwindigkeit bezeichnen werden, so bestimmen, daß (18) gerade den gesuchten Asymptotenkegel darstellen wird. Mit anderen Worten, wir haben hier folgende Transformationsgleichungen benützt:

$$x' = \frac{x - \bar{v}t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{\bar{v}}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \tag{20}$$

d. h., daß wir bei den bekannten Lorentzschen Transformationen eine kleine Korrektur durchgeführt haben.

Anderseits wird $\bar{v}$ auch folgende Bedingung erfüllen müssen:

$$x = \frac{x' + \bar{v}t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = \frac{t' + \frac{\bar{v}}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \tag{21}$$

Auf den ersten Blick könnte jemand behaupten, daß die Transformationsgleichungen (21) den Transformationsgleichungen (20) widersprechen, aber wir dürfen nicht vergessen, daß für einen Beobachter ein Gravitationsfeld existiert und für den anderen nicht; oder umgekehrt, für den ersten Beobachter existiert kein Gravitationsfeld, sondern nur für den zweiten und das noch entgegengesetzter Richtung.

Um die mittlere Geschwindigkeit $\bar{v}$ abzuleiten, gehen wir von der Relation (7) aus, welche wir, da

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{g^2 t^2}{c^2}}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \tag{22}$$

in der Form schreiben können:

$$v = gt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \tag{7bis}$$

oder mit Rücksicht auf (21):

$$v = gt' + \frac{g}{c^2}x'\bar{v}. \tag{23}$$

Setzen wir jetzt:

$$v = 2\bar{v} + k \tag{24}$$

in (23) ein, dann bekommen wir:

$$\bar{v}\left(2 - \frac{g}{c^2}x'\right) = gt' - k \tag{25}$$

oder mit Rücksicht auf (21):

$$v = \frac{gt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - \frac{g}{c^2}x'v - k}{2 - \frac{g}{c^2}x'} \tag{26}$$

Da wir aus (26) und aus (24) denselben Wert für $\bar{v}$ bekommen müssen, werden wir annehmen:

$$k = -\frac{g}{c^2}x'v, \tag{27}$$

und dann wird:

$$v = \frac{gt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{2 - \frac{g}{c^2}x'} \tag{26$_1$}$$

bzw. mit Rücksicht auf (22) und (7), oder direkt aus (27) und (24):

$$v = \frac{v}{2 - \frac{g}{c^2}x'}. \tag{26$_2$}$$

In der klassischen Mechanik war die mittlere Geschwindigkeit bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung $\bar{v} = \frac{v}{2}$, welche wir aus $(26)_2$ bekommen können, indem wir $c = \infty$ einsetzen, d. h. in erster Annäherung.

5. Wir werden wieder unseren horizontalen Wurf betrachten, um ihn mit Hilfe der neuen Transformationsgleichungen (20) mathematisch zu beschreiben. Da der Körper P in der Richtung der y-Achse geworfen ist, so muß für den „ruhigen" Beobachter, für welchen kein Gravitationsfeld existiert, fortwährend sein:

$$x = 0, \quad y = \pm wt. \tag{4}$$

Setzen wir (4) in (20) ein, dann bekommen wir:

$$\left.\begin{aligned} x' &= -\frac{gt^2}{2 - \frac{g}{c^2}x'}, \quad (28)_1 \\ y &= \pm wt \quad (28)_2 \end{aligned}\right\}^{1)}$$

und aus $(28)_1$ folgt, mit Rücksicht auf $(28)_2$, die gesuchte mathematische Beschreibung des horizontalen Wurfes:

$$x'^2 - 2\frac{c^2}{g}x' = \frac{c^2}{w^2}y'^2, \tag{14bis}$$

[1]) Daraus folgt für $c = \infty$ das Gesetz für den zurückgelegten Weg der klassischen Mechanik (5). — Vergleichen wir $(28)_1$ mit (12), so könnte jemand behaupten, daß wir ein anderes Resultat bekommen haben. Aber das kommt nur auf den ersten Blick so vor, da wir $(28)_1$ in der Form schreiben können:

$$x'^2 - 2\frac{c^2}{g}x' = c^2 t^2, \tag{29}$$

und wenn wir diese quadratische Gleichung nach x' lösen, haben wir sofort:

$$x' = \frac{c^2}{g} \pm \sqrt{\frac{c^4}{g^2} + c^2 t^2} = \frac{c^2}{g}\left[1 \pm \sqrt{1 + \frac{g^2 t^2}{c^2}}\right], \tag{30}$$

und dies stimmt für das negative Vorzeichen genau mit der Relation (12) überein, welche wir dort mittels der Integration gewonnen haben.

und dies ist unsere, schon bekannte Hyperbel h. Zu demselben Resultat sind wir auf zwei ganz verschiedenen Wegen angelangt.

6. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes längs der gleichseitigen Hyperbel (16) für den Beobachter im Coupé, welcher glaubt in einem „konstanten" Gravitationsfelde sich zu befinden, wird gegeben durch:

$$v = \sqrt{c^2 + v^2} = \sqrt{c^2 + \frac{g^2t^2}{1 + \frac{g^2t^2}{c^2}}}$$

$$c\sqrt{\frac{1 + \frac{2g^2t^2}{c^2}}{1 + \frac{g^2t^2}{c^2}}} \qquad (31)$$

oder mit großer Annäherung:

$$v = c\left(1 + \frac{g^2t^2}{2c^2} - \frac{5}{8}\frac{g^4t^4}{c^4}\right). \qquad (32)$$

Betrachten wir jetzt das Licht, welches sich von dem Stern M_∞ (Abb. 2) längs der Hyperbel h ausbreitet; ein Beobachter — welcher sich gegen den Koordinatenanfang O' längs der negativen x'-Achse mit der beschleunigten Geschwindigkeit

$$v_0 = -\frac{gt^2}{\sqrt{1 + \frac{g^2t^2}{c_0^2}}} \qquad (33)$$

so bewegt, daß er den Fokus F_1 erreicht, wenn das Licht in O' ankommt —, wird nicht nur bemerken, daß das Licht die Hyperbel h beschrieben hat, sondern daß es seine minimale Geschwindigkeit in O' erreicht hat. Für diesen Beobachter wird die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes längs der Hyperbel h gegeben durch

$$c = \frac{c_0}{1 + \frac{g^2t^2}{2c^2} - \frac{5}{8}\frac{g^4t^4}{c^4}} \qquad (34)$$

oder

$$c = c_0\left(1 - \frac{g^2t^2}{2c^2} + \frac{7}{8}\frac{g^4t^4}{c^4}\right). \qquad (34^{bis})$$

Dieser Beobachter wird jetzt denken, daß er im Zentrum eines zentrisch-symmetrischen Gravitationsfeldes sich befindet, welches zwingt das Licht eine Hyperbel zu beschreiben, gerade so, wie wenn dieses „Lichtquantum" ein Komet wäre, welcher „zu große" Anfangsgeschwindigkeit hätte. Für diesen Beobachter ist c_0 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in unendlich großer Entfernung, wo kein Gravitationsfeld existiert. Die Relation (34bis) wird deshalb mit Rücksicht auf (34) folgende Form übernehmen:

$$c = c_0\left(1 - \frac{g^2t^2}{2c_0^2} + \frac{5}{8}\frac{g^4t^4}{c_0^4}\right). \qquad (34)_1$$

Die Lichtgeschwindigkeit c wird eine Funktion der Entfernung r von F_1 und eine Funktion der Masse M, welche um F_1 gerade das betrachtete Gravitationsfeld verursacht hat,[1]) und wir können einsetzen:[2])

$$c = c_0\left(1 - \frac{kM}{c_0^2 r} - \zeta\frac{k^2M^2}{c_0^4 r^2}\right), \qquad (35)$$

wo wir die Konstante ζ nachträglich bestimmen müssen. Setzen wir

$$\zeta = 2 - q, \qquad (36)$$

ein, dann bekommen wir aus $(34)_1$ und (35):

$$\frac{g^2t^2}{2c_0^2} = \frac{kM}{c_0^2 r} + \left(q + \frac{1}{2}\right)\frac{k^2M^2}{c_0^4 r^2}. \qquad (37)$$

Für t^2 können wir den Wert aus $(28)_1$ einsetzen, wo wir anstatt x' x'+f nehmen müssen, da jetzt der Koordinatenanfang in dem Brennpunkte F_1 (Abb. 2) sich befindet, und $f = O'F_1$. So haben wir:

$$g^2t^2 = g(x' + f)\left|2 - \frac{g}{c_0^2}(x' + f)\right|, \qquad (38)$$

wo wir c_0 anstatt c eingesetzt haben, da jetzt c_0 die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raume (unendlicher Entfernung) bedeutet. Da

$$r = -x' - f \qquad (39)$$

ist, (weil wir hier $x' < O$ betrachtet haben), so bekommen wir aus (37), mit Rücksicht auf (38) und (39),

$$g^2 + 2\frac{c_0^2}{r}g = \frac{2kMc_0^2}{r^3} + \left(q + \frac{1}{2}\right)\frac{2k^2M^2}{r^4}, \qquad (40)$$

und daraus, wenn wir wie bis jetzt das negative Vorzeichen der zweiten Wurzel beibehalten,

$$g = -\frac{c_0^2}{r}\left|1 - \sqrt{1 + \frac{2kM}{c_0^2 r} + \left(q + \frac{1}{2}\right)\frac{2k^2M^2}{c_0^4 r^2}}\right| \qquad (41)$$

oder:[3])

$$g = \frac{kM}{r^2} + q\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^3}. \qquad (42)$$

Diese Formel unterscheidet sich von der Formel (43) der Newtonschen Mechanik dadurch, daß in ihr noch ein sehr kleines Glied vorkommt. Für $c_0 = \infty$ geht (42) über in:

---

[1]) Auf diese Weise haben wir nicht nur das zentrisch-symmetrische Gravitationsfeld, sondern auch die Masse M „erzeugt", da die beiden untrennbar sind.

[2]) Das zweite Glied $\frac{kM}{c_0^2 r}$ in (35) haben wir deshalb genommen, um in erster Annäherung die Newtonsche Theorie zu bekommen (k ist die bekannte Gravitationskonstante). Deshalb darf dieses Glied keine andere Konstante besitzen, wie dies bei der E. Wiechertschen Theorie der Fall ist.

[3]) Aus (34bis), mit Rücksicht auf, $(28)_1$, folgt:

$$c = c_0\left|1 - \frac{gr}{2c_0^2}\left(2 - \frac{g}{c_0^2}r\right) + \frac{5}{8}\frac{g^2r^2}{c_0^4}\left(2 + \frac{g}{c_0^2}r\right)^2\right| \qquad (32)'$$

oder:

$$c = c_0\left(1 - \frac{gr}{c_0^2} + 2\frac{g^2r^2}{c_0^4}\right). \qquad (32)''$$

Wenn wir hier den Wert für g aus (42) einsetzen, so bekommen wir sofort die Formel (35). Behalten wir in (32)'' nur das zweite Glied, dann haben wir, mit Rücksicht auf (43),

$$c = c_0\left(1 - \frac{kM}{c_0^2 r}\right) \qquad (44)$$

und dies ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in transversaler Richtung, welche uns in erster Annäherung die Einsteinsche Gravitationstheorie gibt.

$$g = \frac{kM}{r^2}, \tag{43}$$

und dies ist die bekannte Formel [1]) der klassischen Mechanik für die Beschleunigung g, welche ein Himmelskörper einer Masse in der Entfernung r erteilt. Wir müssen aber die genauere Formel (42) bei der Berechnung der Planetenbahn verwenden.

7. Bei unserer ganzen Betrachtung ist sehr wichtig, daß wir den relativen Zeitbegriff und die vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit überhaupt nicht gebraucht haben, da wir die §§ 4 und 5 auch weglassen könnten. Deshalb werden wir unser Problem nur in dem Raume weiter betrachten. Da die Planetenbahnen einige Bedingungen erfüllen, welche bereits auch in der klassischen Mechanik für die zentralen Kräfte F ganz allgemein untersucht sind, so werden wir bei der Berechnung der Planetenbahn von der bekannten Binetschen Formel [2]) ausgehen:

$$F = -\frac{mB^2}{r^2}\left(\frac{1}{r} + \frac{d^2\frac{1}{r}}{d\varphi^2}\right), \tag{45}$$

wo r und φ die Polarkoordinaten sind, und die Konstante B erfüllt die Bedingung

$$r^2\frac{d\varphi}{dt} = B. \tag{46}$$

Hier ist $\frac{1}{2}B$ die Flächengeschwindigkeit und deshalb ist:

$$B = \frac{2\pi a_0^2\,|\,1-\varepsilon^2}{T}, \tag{47}$$

wo T die Umlaufzeit, a_0 die große Achse der Bahnellipse und ε die nummerische Exzentrizität bedeutet:

$$\varepsilon = \sqrt{1 - \frac{b_0^2}{a_0^2}}, \tag{48}$$

(b_0 ist die kleine Achse der Bahnellipse).

Die zentrale Kraft wird mit Rücksicht auf (42):

$$F = -m\left(\frac{kM}{r^2} + q\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^3}\right), \tag{49}$$

und die Binetsche Formel (45) wird die Form übernehmen:

$$\frac{kM}{B^2} + q\frac{k^2M^2}{B^2c_0^2 r} = \frac{1}{r} + \frac{d^2\frac{1}{r}}{d\varphi^2}. \tag{50}$$

Diese Differentialgleichung werden wir versuchen zu lösen durch

$$r = \frac{p-\varrho}{1+\varepsilon\cos\lambda\varphi}, \tag{51}$$

wo

$$p = a_0(1-\varepsilon^2) \tag{52}$$

und

$$\varrho = \text{const.} \tag{53}$$

und ihren Wert werden wir später bestimmen.

Wenn wir (51) in (50) einsetzen, geben uns die Koefizienten von $\cos\lambda\varphi$:

$$\lambda^2 = 1 - q\frac{k^2M^2}{c_0^2B^2}, \tag{54}$$

und das Absolutglied wird gleich Null; daraus:

$$Mkp - Mk\varrho + q\frac{k^2M^2}{c_0^2} = B^2. \tag{55}$$

Hier werden wir zuerst den Wert für p und B aus (52) und (47) einsetzen, und da wir annehmen dürfen:

$$kM = \frac{4\pi^2a_0^3}{T^2}, \tag{56}$$

so folgt aus (55):

$$\varrho = q\frac{kM}{c_0^2}, \tag{53bis}$$

worauf wir noch zurückkommen werden.

Setzen wir aus (56) und (47) die Werte für kM und B in (54) ein, so bekommen wir:

$$\lambda^2 = 1 - q\frac{4\pi^2a_0^2}{c_0^2T^2(1-\varepsilon^2)} \tag{57}$$

und daraus:

$$\lambda = 1 - q\frac{2\pi^2a_0^2}{c_0^2T^2(1-\varepsilon^2)}. \tag{58}$$

Die Perihelverschiebung nach jedem Umlauf wird: [1])

$$\psi_1 = \frac{2\pi}{\lambda} - 2\pi, \tag{59}$$

und, mit Rücksicht auf (58):

$$\psi_1 = q\frac{4\pi^3a_0^2}{c_0^2T^2(1-\varepsilon^2)}. \tag{60}$$

Bezeichnen wir mit J die Dauer eines Erdjahres, dann werden wir, für die Perihelverschiebung nach 100 Erdjahren, bekommen:

$$\psi_{100} = q\frac{4\pi^3a_0^2}{c_0^2T^2(1-\varepsilon^2)}\cdot\frac{100\,J}{T}, \tag{61}$$

und dies ist gerade die Formel, welche E. Wiechert [2]) als Tisserandsche Formel bezeichnet hat. Jetzt stellt sich von selbst die Frage auf, was für einen Wert wird q übernehmen, und diesbezüglich mache ich aufmerksam auf die zitierte Arbeit von E. Wiechert. Hier werden wir nur betrachten, zu welchem Resultat uns unsere Theorie führen wird, wenn wir' voraussetzen, daß die Relation

$$c = c_0\left(1 + \frac{\Phi}{c_0^2}\right) \tag{62}$$

genau erfüllt ist, wo Φ das Gravitationspotential ist, welches wir, mit Rücksicht auf (35), in der Form schreiben können:

[1]) O. D. Chwolson, Lehrbuch d. Physik. Bd. I, S. 206; Braunschweig 1902.

[2]) P. Appel et S. Dautheville, Precis de mecanique rationelle. S. 267; Paris 1910.

[1]) Vgl. z. B. E. Reichenbächer, Grundzüge zu einer Theorie der Elektrizität und der Gravitation. Ann. d. Physik (4) 52, 1917; S. 161.

[2]) E. Wiechert, Die Gravitation als elektrodynamische Erscheinung. Ann. d. Physik (4) 63, 1920; S. 311. Diese Arbeit gibt uns auch eine schöne Darstellung der älteren Versuche.

$$\Phi = -\frac{kM}{r} - \zeta \frac{k^2M^2}{c_0^2 r^2}. \qquad (63)$$

Wir können aber Φ noch aus (42) berechnen, und wir bekommen:

$$\Phi = -\frac{kM}{r} - \frac{q}{2}\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^2}, \qquad (63)'$$

und daraus sehr wichtige Relation:

$$\zeta = \frac{1}{2} q. \qquad (36)'$$

Vergleichen wir (36)' mit (36), so folgt:

$$q = \frac{4}{3} = 1{,}33, \qquad (64)_1$$

$$\zeta = \frac{2}{3} = 0{,}67. \qquad (64)_2$$

Wir haben auf Grund der Voraussetzung (62) den Wert von q bestimmt, und aus (61) folgt für die Perihelbewegung des Planeten Merkur für 100 Erdjahre:

$$\psi_{100} = 11{,}5'', \qquad (65)$$

während der wahrscheinlichste Wert — wenn wir auch die Andingsche Drehung des empirischen Koordinatensystems von ca. 8" im Jahrhundert berücksichtigen — ist $\psi_{100} = 34'' \pm 5''$, welcher dreimal so groß ist als der Wert (65). Den Rest von 23" können wir leicht mittels Newcomb[1])-Seeligerschen[2]) intramerkurialen Massen erklären, welche im Zusammenhang mit Zodiakallicht sein dürfen. Hier muß ich aber betonen, daß die Relation (62) vielleicht in keinem Zusammenhang mit der hier entwickelten Theorie ist; ihre Schönheit besteht darin, daß sie den relativen Zeitbegriff und die vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit nicht notwendig braucht, da wir die §§ 4 u. 5 auch weglassen können. Es genügt nur den Satz zu behalten, daß sich ein Körper mit größerer Geschwindigkeit als Lichtgeschwindigkeit nicht bewegen kann. Da wir die §§ 4 u. 5 weglassen könnten, so sehen wir, daß die Relativitätstheorie im besten Falle nur einen heuristischen Wert hat.

8. Uns wird nicht nur die Perihelbewegung interessieren, sondern wir wollen auch die Planetenbahn um den zentralen Körper M näher bestimmen. Die Gleichung der Planetenbahn ist durch (51) gegeben, welche wir noch in der Form schreiben können:

$$r + R = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \lambda \varphi}, \qquad (51^{bis})$$

wo

$$R = \frac{\varrho}{1 + \varepsilon \cos \lambda \varphi} \qquad (66)$$

ist. Daraus sehen wir, daß die Planeten etwas näher von der Sonne kreisen werden (wegen größerer zentraler Kraft) als in der klassischen Mechanik. Alle diese Entfernungen, wieviel die Planeten sich jetzt der Sonne näher befinden, sind Radiusvektoren einer Ellipse; die Sonne befindet sich in einem Brennpunkte und der Parameter ϱ ist durch die Relation (53bis) gegeben. Da für unsere Sonne $\frac{kM}{c_0^2} = 1{,}448$ km[3]) ist, so haben wir:

$$\varrho = 1{,}448\ q\ \text{km}; \qquad (53^{bis})$$

auch für den extremen Wert $q = 6$ ist der Unterschied gegen die klassische Mechanik sehr klein. Die Ellipse (66) hat dieselbe numerische Exzentrizität wie die Ellipse (51bis) der klassischen Mechanik, wo $\varrho = 0$ ist. Wenn wir mit a_1 und b_1 die große und kleine Achse der Ellipse (66) bezeichnen, dann ist:

$$\varrho = a_1 (1 - \varepsilon^2), \qquad (67)$$

und daraus, mit Rücksicht auf (48) und (52):

$$a_1 = \frac{\varrho}{p} a_0, \qquad b_1 = \frac{\varrho}{p} b_0, \qquad (68)$$

Der Parameter ϱ ist unabhängig von der Entfernung des Planeten von der Sonne, d. h. alle Ellipsen (66) für verschiedene Planeten werden konfokal sein und sie möchten gehen durch zwei feste Punkte $R = \varrho$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$ und $R = -\varrho$, $\varphi = \frac{3}{2}\pi$, wenn sich auch ihrer Perihel nicht bewegen möchte. R wird alle Werte zwischen $\frac{\varrho}{1+\varepsilon}$ und $\frac{\varrho}{1-\varepsilon}$ annehmen, wo immer $0 < \varepsilon < 1$ ist.

9. Unsere Theorie führt auch zur Ablenkung des Lichtes in der Nähe der zentralen Masse M. Man kann sehr leicht zeigen, daß hier nur das erste Glied in (63), bzw. das erste und das zweite Glied in (35) in Betracht kommen, welche ganz unabhängig von jeder Voraussetzung sind; (das zweite Glied in (63) ist gegen dem ersten ca. millionmal kleiner), so daß wir für die Lichtablenkung in der Entfernung r von dem Mittelpunkte der Masse M bekommen werden:

$$K \quad \frac{2kM}{c_0^2 r}, \qquad (69)$$

d. h. wir bekommen nur die Hälfte desjenigen Betrages, welchen uns die allgemeine Relativitätstheorie von A. Einstein gibt.[1]) Diesen Betrag (69) haben schon viele andere Autoren auf Grund der Newtonschen Theorie gewonnen.[2]) Dieser Wert ist auch wahrscheinlicher als der zweifache von A. Einstein,[3]) wenn wir noch die jährliche Refraktion von Courvoisier[4])

[1]) F. Tisserand, Traité de mécanique céleste. T. IV, pag. 530.
[2]) Vgl. z. B. E. Wiechert, l. c. S. 308.
[3]) E. Wiechert, l. c. S. 318.

[1]) Da bei uns die Verzerrung des Raumes nicht in Betracht kommt.
[2]) Vgl. z. B. S. Mohorovičić, l. c.
[3]) Vgl. z. B. A. Koppf, Grundzüge der Einsteinschen Relativitätstheorie. S. 178 ff. Leipzig 1921.
[4]) Th. Banachiewicz, Deflexione de radios de luce per Sole. Circul. de l'Observatoire de Cracovie. Nr. 10, 1921.

berücksichtigen, welche in der Nähe der Sonne am größten ist. Es scheint, daß der Einsteinsche Wert zu groß ist,[1]) aber darüber kann man heute noch nicht entscheiden; wir müssen die nächste totale Sonnenfinsternis abwarten und was sehr wichtig ist, solange die Frage der jährlichen Refraktion nicht endgültig gelöst ist.[2])

10. Unsere Theorie führt uns auch zur Rotverschiebung der Spektrallinien. Es genügt, wenn wir von der Formel (35) für die Fortpflanzung des Lichtes im Gravitationsfelde ausgehen, welche wir in erster Annäherung in der Form schreiben können:

$$c = c_0 \left(1 - \frac{kM}{c_0^2 r}\right) \tag{44}$$

und dies ist, wie wir schon betont haben, die Einsteinsche Formel für die Fortpflanzung des Lichtes in transversaler Richtung. Die Formel (44) ist genügend, um auch ohne Relativisierung der Zeit die Rotverschiebung der Spektrallinien abzuleiten, wie ich dies auf eine sehr einfache Weise in der zitierten Arbeit gezeigt habe. Auf dieselbe Weise bekommen wir hier:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = -\frac{kM}{c_0^2 r}, \tag{70}$$

d. h. dieselbe Verschiebung wie in der Einsteinschen Theorie. Hier ist λ die Wellenlänge und $\Delta\lambda$ die Differenz der Wellenlängen im Gravitationsfeld und in unendlich großer Entfernung (z. B. auf der Sonne und auf der Erde usw.).

11. Die hier entwickelte elementare Gravitationstheorie führt uns noch zu einem sehr wichtigen Satz, welcher uns zuerst sehr überraschen wird; aber er ist auch in einigen anderen Gravitationstheorien enthalten. Die Beschleunigung, welche die zentrale Masse (Sonne) M dem Planeten m erteilt, ist durch (42) gegeben:

$$g_M = \frac{kM}{r^2} + q\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^3} \tag{42bis}$$

daraus folgt, daß die zentrale Masse M den Planeten m mit der Kraft

$$F_M = -m\left(\frac{kM}{r^2} + q\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^3}\right) \tag{49bis}$$

anzieht. Dagegen wird der Planet m der zentralen Masse M in der Entfernung r die Beschleunigung erteilen:

$$g_m = \frac{km}{r^2} + q\frac{k^2m^2}{c_0^2 r^3}, \tag{71}$$

d. h. der Planet m zieht die zentrale Masse M mit der Kraft an:

$$F_m = -M\left(\frac{km}{r^2} + q\frac{k^2m^2}{c_0^2 r^3}\right). \tag{72}$$

Vergleichen wir die beiden Kräfte (72) und (49bis), so sehen wir, daß sie nicht gleich sind, sondern es ist:

$$F_M - F_m = q\frac{k^2 Mm}{c_0^2 r^3}(M - m) = \Omega; \tag{73}$$

d. h. die Sonne M zieht den Planeten m mit größerer Kraft, als der Planet die Sonne (vorausgesetzt, daß $M > m$). In unserer Theorie gilt das dritte Newtonsche Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung nicht mehr.[1]) Ω wird zweimal den Wert Null übernehmen, und zwar für $m = 0$ und $m = M$; der Wert von Ω ist aber sehr klein. Setzen wir $c_0 = \infty$, so bekommen wir $\Omega = 0$, d. h. das Newtonsche Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung gilt erst in erster Annäherung, da auch alle Formel unserer Theorie für $c_0 = \infty$ sich auf die Formel der klassischen Mechanik reduzieren. Dieses Resultat (73) darf uns nicht überraschen, da gerade das zweite Glied in der Formel (49bis) die Perihelbewegung verursacht. Es wird nicht nur der Planet um den mit der Sonne gemeinsamen Schwerpunkt kreisen, sondern auch die Sonne, und der Perizenter ihrer Bahn wird mit derselben Winkelgeschwindigkeit rotieren. Wenn im Gegenteil das Attraktionsgesetz gelten möchte:

$$F = \frac{kmM}{r^2} + q\frac{k^2m^2M^2}{c_0^2 r^3}, \tag{74}$$

dann hätte auch das dritte Newtonsche Gesetz seine Gültigkeit, aber die Perihelbewegung wäre noch von der Planetenmasse abhängig, worüber wir uns sehr leicht mittels Binetscher fundamentalen Relation (45) überzeugen könnten. Und gerade deshalb können wir die Formel (74) nicht übernehmen, sondern nur (49bis) und (72), welche gleichzeitig bestehen. Wir könnten noch sehr leicht zeigen,[2]) daß Ω ihr Maximum erreichen wird, wenn

$$m = \frac{1}{2}M. \tag{75}$$

Zu dem erwähnten Resultat führt auch die Wiechertsche elektrodynamische Theorie der Gravitation, da sein Potential (80)[3]) wird, mit Rücksicht auf seine Relation (95), die Form übernehmen:

$$\Phi_W = -\frac{kM}{r} + \frac{\gamma^2 + 2\varepsilon}{\gamma}\frac{k^2M^2}{c_0^2 r^2}, \tag{76}$$

wo wir eine additive Konstante nicht berücksichtigen werden. Aus (76) und (63)' folgt:

$$q = -2\frac{\gamma^2 + 2\varepsilon}{\gamma}. \tag{77}$$

Das unsere und das Wiechertsche Potential sind ganz ähnlich, und da

$$g = \frac{\partial\Phi}{\partial r}, \tag{78}$$

[1]) Vgl. z. B. E. Wiechert, l. c. S. 319.

[2]) Vgl. z. B. B. Wanach, Die Polhohenschwankungen. Die Naturwissensch. 1919; Heft 26 u. 27.

[1]) Vielleicht ist dies die Ursache der Andingschen Drehung des erwähnten empirischen Koordinatensystems.

[2]) Wir brauchen nur (73) derivieren nach m und der Null gleichsetzen.

[3]) E. Wiechert, l. c.

so besteht auch in seiner Theorie das dritte Newtonsche Gesetz nicht mehr. Damit werde ich mich nicht weiter befassen, aber es wäre sehr wichtig darüber auch die anderen Gravitationstheorien genau zu prüfen. In der neuesten Zeit hat O. Wiener[1]) seine groß angelegte Kinematik des Äther entwickelt, und er hebt bei seinen positiven und negativen Massen hervor, daß dort auch das dritte Newtonsche Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung vielleicht seine Gültigkeit verliert.

12. Die hier entwickelte elementare Theorie der Gravitation erklärt uns nicht die Gravitation und ihre Ursache, sondern sie beschreibt uns nur die Vorgänge im Gravitationsfelde ähnlich wie auch die Einsteinsche Theorie; sie zeichnet sich aber durch ihre Einfachheit und Durchsichtigkeit aus. Sie führt uns zur Perihelbewegung der Planeten, welche wahrscheinlich bei dem Planeten Merkur nicht so groß ist, wie dies die Einsteinsche Theorie verlangt. Und gerade wurde dieses Resultat von den Relativitätstheoretikern am meisten hervorgehoben als besondere experimentelle Bestätigung ihrer Theorie,[2]) obwohl die erhaltenen Werte für die Erde und Mars nicht stimmten. Seinerzeit hat A. Hall eine Hypothese[3]) hervorgebracht, welche man fast vergessen hat. Er versuchte die Perihelbewegung der vier inneren Planeten dadurch erklären, indem er folgendes Attraktionsgesetz vorausgesetzt hat:

$$F = \frac{k\,M\,m}{r^N}, \qquad (79)$$

wo

$$N = 2 + \sigma, \qquad (80)_1$$

und für

$$\sigma = 0{,}000\,000\,151 \qquad (80)_2$$

hat er folgende Perihelverschiebungen im Jahrhundert bekommen: Merkur 41", Venus 16", Erde 10" und Mars 5"; für die Verschiebung des Perigeums unseres Mondes 140". Wir können ganz offen sagen, daß diese Resultate mit der Beobachtung vorzüglich übereinstimmen. Trotzdem bin ich überzeugt, daß uns solche Versuche nicht befriedigen können, da sie nicht imstande sind auch einige andere Vorgänge im Gravitationsfelde zu beschreiben oder eventuell erklären, solange wir nicht berücksichtigen, daß auch dem Licht Energie und schwere Masse zukommt. Jetzt könnten wir auch die Lichtablenkung wie in der Newtonschen Physik[1]) ableiten, sowie die Verschiebung der Spektrallinien.[2]) Solche Theorie ist aber nicht durchsichtig und wir sehen nicht die Ursache, warum wir ein anderes Attraktionsgesetz annehmen müssen. Aber auch unsere Theorie kann uns vorläufig nicht ganz befriedigen, da sie uns nicht die Gravitation erklärt.[3]) Sie sagt uns gar nichts darüber, mit welcher Geschwindigkeit sich die Gravitation ausbreitet. In der allerletzten Zeit sind darüber wichtige Fortschritte zu bezeichnen. Die Gravitation selbst haben versucht P. Lenard,[4]) E. Wiechert[5]) und O. Wiener[6]) zu erklären. Schließlich dürfen wir nicht den interessanten Versuch von H. Fricke[7]) verschweigen, welche eine originelle Idee vorgebracht hat, „daß die Gravitationsfelder den gravitierenden Massen dauernd Energie zuführen" und diese Energie wird von der Materie in Form von Wärme und Licht wieder ausgestrahlt. Aus allen diesen Bemühungen tritt eines klar hervor, daß, wie auch sich die Physik weiter entwickeln wird und in irgendwelcher Richtung ihre Entwicklung gehen wird, wir ohne den Begriff des Weltäthers kaum auskommen werden können. So hat P. Lenard schon den Uräther[8]) eingeführt. Solange G. Mie den Äther fast negiert[9]) und will die Materie als Knotenstellen der Energie erklären, negiert H. Poincaré[10]) die Materie und nicht den Äther; dagegen trachten O. Wiener[11]) mittels Wirbel zweiter Ordnung im Äther die Materie zu konstruieren, welche dazu belebt wäre.

[1]) O. Wiener, Das Grundgesetz der Natur und die Erhaltung der absoluten Geschwindigkeiten im Äther. Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. sächs. Akad. d. Wiss. XXXVIII. Bd. Nr. IV, S. 42; Leipzig 1921.

[2]) In neuerer Zeit sträuben sich viele dagegen; so sagt z. B. F. Nölke (Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. S. 359, Berlin 1919), wenn er über das Zodiakallicht spricht, wörtlich: „Ob die auf die Relativitätstheorie sich gründende Einsteinsche Erklärung der Vorwärtsbewegung des Merkurperihels zulässig ist, kann wegen des problematischen Charakters, den die Theorie selbst noch besitzt, vorläufig nicht entschieden werden."

[1]) Vgl. z. B. F. Tisserand, l. c. T. IV, S. 539.

[1]) Vgl. E. Lihotzky, Zur Frage der Verschiebung der scheinbaren Fixsternorte in Sonnennähe. Physik. ZS. 1921, S. 69—71 und dazu die Berichtigung von A. Koppf (ebenda S. 495—496).

[2]) S. Mohorovičić, Die Rotverschiebung der Spektrallinien vom Standpunkte der Newtonschen Physik. Ann. d. Physik (4) 66, 1921, 227—228. Siehe dann die zitierte Arbeit in Naturwiss. Wochenschrift, wo ich dies ganz einfach ohne jede Voraussetzung abgeleitet habe.

[3]) Nach dem Abschluß der vorliegenden Arbeit habe ich eine mechanische Erklärung der Gravitation gefunden.

[4]) P. Lenard: Über Äther und Materie. Heidelberg 1911; dann, Über Relativitätsprinzip, Äther, Gravitation. 3. Aufl. Leipzig 1921.

[5]) E. Wiechert, l. c.

[6]) O. Wiener, l. c.

[7]) H. Fricke, Eine neue und einfache Deutung der Schwerkraft und eine anschauliche Erklärung der Physik des Raumes. Wolfenbüttel 1919.

[8]) P. Lenard, Über Äther und Uräther. Leipzig 1921.

[9]) G. Mie, Die Einsteinsche Gravitationstheorie. Leipzig 1921. Er sagt (S. 27): „Auch in einem leeren, d. h. atomfreien, Raum sind physikalische Ereignisse denkbar, d. h.: Störungen seiner Homogenität . . ." und weiter: „Insofern das Leere physikalisch existiert und Objekt der Naturforschung sein kann, nennen wir es auch noch heutigentags den Äther."

[10]) H. Poincaré, Die neue Mechanik. Leipzig und Berlin 1918 (3. Aufl.), wo er sagt (S. 21): „Man kann beinahe sagen, es gibt keine Materie mehr, es gibt nur noch Löcher im Äther; und soweit diese Löcher eine aktive Rolle zu spielen scheinen, besteht sie darin, daß diese Löcher ihren Ort nicht verändern können, ohne den umgebenden Äther zu beeinflussen, der gegen dergleichen Veränderungen eine Reaktion ausübt."

[11]) l. c.

Die Gravitation wäre eine Eigenschaft, welche der Materie innewohnt, und welche sich unendlich rasch fortpflanzt; es ist ihm auch gelungen das Newtonsche Attraktionsgesetz mathematisch abzuleiten. Seine groß angelegte Kinematik des Äthers scheint mir als der bisher wichtigste Versuch einer einheitlichen Weltanschauung [1]); wenn uns ihre weitere Entwicklung und Resultate befriedigen würden, so möchte sie das ganze Gebäude der heutigen absoluten Theorie der Relativität zusammenstürzen. Der heutige Stand der Entwicklung der Physik ist nur ein Übergang, es ist wieder die Zeit der Skepsis [2]) und Solipsismus gekommen; was sich aber aus allen diesen Bemühungen auskristallisieren wird ist uns noch unbekannt. Wir können jetzt nur sagen, daß jede Theorie, welche uns die anziehende, bzw. abstoßende Kraft, und speziell die Gravitation nicht erklärt — wie dies auch unsere Theorie, sowie auch von rein physikalischem Standpunkte die Einsteinsche Theorie nicht tat —, nur einen vorübergehenden Charakter besitzt; ihr Wert ist nur heuristischer und erkenntnis-theoretischer Natur.[3]) Je einfacher solche Theorie ist, um so willkommener ist sie uns, da mit Recht E. Gehrcke [1]) sagt: „Die Wahrheit über das Wirkliche in der Natur kann nur eine sein, während es logisch denkbare, d. h. widerspruchfreie Möglichkeiten einer Natur viele gibt."

Zusammenfassung. Hier haben wir eine elementare Theorie der Gravitation durchgeführt, indem wir angenommen haben, daß vom mathematischen Standpunkte die Beschleunigung und Gravitation gleichwertig sind. Zuerst haben wir den horizontalen Wurf im „konstanten" Gravitationsfelde betrachtet, dann sind wir übergegangen auf das zentrisch-symmetrische Gravitationsfeld, wo wir ein neues Attraktionsgesetz gefunden haben. Folgerungen unserer Theorie: Perihelbewegung, Lichtablenkung, Rotverschiebung und die Ungültigkeit des Gesetzes von der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung. Alle Bewegungsgesetze dieser Erscheinungen in der Newtonschen Mechanik können wir aus den neuen Bewegungsgesetzen in erster Annäherung ableiten, indem wir für die Lichtgeschwindigkeit einen unendlich großen Wert annehmen. Um die Rechnung durchsichtig zu machen, sind wir ganz elementar vorgegangen, ohne den Zeitbegriff relativisieren zu brauchen und die vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit einzuführen, da wir die §§ 4 u. 5 auch weglassen könnten. Die einzige Voraussetzung war gerade, daß sich ein Körper im Raume mit größerer Geschwindigkeit als Lichtgeschwindigkeit nicht bewegen kann. Die hier entwickelte Theorie hat vorläufig rein formalen Charakter, da sie uns noch nicht die Gravitation erklärt — was aber in der nächsten Arbeit gezeigt wird —, sondern sie beschreibt nur die Vorgänge, welche sich im Gravitationsfelde abspielen.

[1]) Was z. B. O. Wiener von der Einsteinschen Relativitätstheorie hält, zeigen uns klar seine folgenden Worte (l. c. S. 36): „Man stellt die Relativitätstheorie in ein ungünstiges Licht, wenn man behauptet, sie begründe eine neue Weltanschauung. Denn gerade diese Behauptung ist es, die ihre wahre Bedeutung verkennen läßt und ihr Verständnis erschwert hat."

[2]) Vgl. z. B. H. Dingler, Physik und Hypothese. Berlin und Leipzig 1921, wo er fragt (S. 196): „Wie stehen wir nach dem Resultat, daß keinerlei geformte Erkenntnis aus der Realität entnommen werden kann, zu der Realität?" und er antwortet: „Die Realität selbst hat keinerlei System in sich, sie ist das unendlich vielgestaltige unaussprechliche Sein, das durchaus in seiner Eigenart mir gegeben ist, mit dem ich unmittelbar verknüpft bin als ein Teil desselben."

[3]) In einer folgenden Arbeit gedenke ich eine elementare Theorie des Äthers und eine mechanische Erklärung der Gravitation mathematisch durchzuführen.

[1]) E. Gehrcke, Physik und Erkenntnistheorie. S. 3. Leipzig und Berlin 1921. Gerade dieser Verfasser hat sehr oft betont, daß jede Relativitätstheorie uns notwendig zu physikalischem Solipsismus führt.

Einzelberichte.

Treffsicherheit.

(Mit 2 Abbildungen.)

Der Augenblick zwischen Zielen und Treffen gehört zu den verhängnisvollsten des menschlichen Lebens. Tod oder Leben können, wie beim berühmten Tellschuß, im Kriege, auf der Jagd von ihm abhängen. Aber auch für zahlreiche Berufe, für Feinmechaniker, Gravierer, Bildhauer, Maler und Zeichner, ja Schreiber, ferner beim Nähen, Sticken, Stricken, kurz bei fast allen Handarbeiten ist gute Treffsicherheit das erste Mittel zum Erfolge. Und doch sind wir über ihr Wesen und ihre Art, ob und bis zu welchem Grade sie von dem oder jenen überhaupt zu erreichen ist, ferner über die günstigste Zeit und die Dauer des Treffenkönnens noch sehr wenig unterrichtet. Jeder Fortschritt, jede Erkenntnis auf diesem wichtigen Arbeitsgebiet ist daher dankbar zu begrüßen. Der Mensch ist nun einmal keine Maschine, sein Arm, seine Hand keine Präzisionshebel, die nur gehörig geschmiert, d. h. ernährt und fleißig geübt werden, höchstens Nachts noch ihre ausreichende Ruhe zur Beseitigung der giftigen Ermüdungsstoffe haben müssen. Wohl hat uns die Wissenschaft durch Erfindung von Ergographen- und Plethysmographenapparaten bereits instand gesetzt, die Größe der Muskeltätigkeit und -ermüdung während einer bestimmten Anstrengung zu prüfen, aber zur Erforschung der Treffsicherheit genügte das nicht. Immerhin lieferten die mit jenen Apparaten von A. Mosso, E. Weber, Blix, Weichardt und Hugo Lindner gemachten Erfahrungen dem Erforscher der Treffsicherheit,

Prof. Ernst Bresina in Wien, die unentbehrlichen Unterlagen. E. Weber fand, daß die vom Plethysmographen gezeichnete absteigende Kurve nach großer Ermüdung eines Körpergliedes viel größere und gedrängter stehende Zacken als sonst lieferte. Ferner fand er, daß, wenn nun z. B. nach einem Dauerlauf kräftige Armbewegungen vorgenommen wurden, die Kurve wieder normal ward, d. h. daß die frisch zu arbeiten beginnenden und reichlich blutdurchströmten Armmuskeln die durch die Ermüdungsstoffe zusammengezogenen Blutgefäße der Beinmuskeln erweiterten, mit frischem Blut füllten und so belebten, daß die Ermüdungsstoffe hinweggespült wurden. Beim Ersinnen seines neuen Apparates ging nun Bresina von der durch Pelnář, Piper u. a. erwiesenen Tatsache aus, daß jene Zackenkurven der Ausdruck von Zitterbewegungen sind, in denen die Arme und Beine des Menschen acht bis dreizehnmal in der Sekunde in sehr kleinen Wellen schwingen. Wodurch dieses Zittern der Muskeln hervorgebracht wird, ist noch nicht ganz erforscht, doch scheinen nicht nur die Beuge- und Streckmuskelnerven daran beteiligt zu sein, sondern hauptsächlich eine im Gehirn oder Rückenmark liegende Zentralstelle. Bresina ging ferner davon aus, daß sein Apparat unter Benutzung jener Zitterkurven-Schreibmethode nicht nur die gegenwärtige Ziel- und Treffsicherheit der geprüften Personen selbst zeigen, sondern daß gleichzeitig und umgekehrt durch die Art und Weise des Zielens und Treffens die veränderten Zackenkurven verraten sollten, ob und wie sehr den Prüfling eine kurze Zeit vorher getane Arbeit ermüdet hatte.

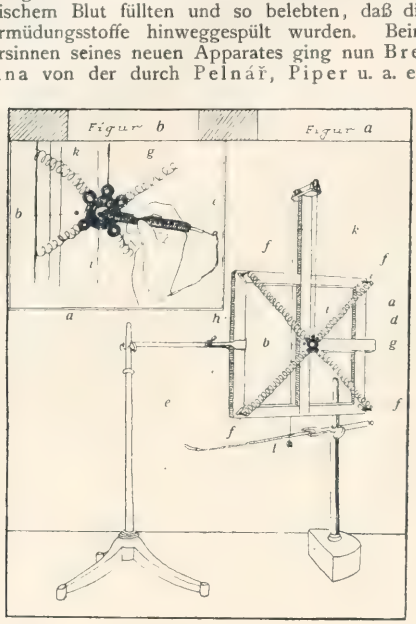


Abb. 1. Der Palmograph von Ernst Bresina.
(Aus dem Archiv für Hygiene, Bd. 89, 1920.)
In dem Holzbrett a das Zielloch b, c der Zielstift, d der Rahmen, e das Stativ, f die vier Befestigungsstellen des Drahtkreuzes h, g der Aluminiumring darin, i die Befestigungsösen, von denen aus der Faden k über Rollen zum Schreibhebel l führt.

Prof. Bresina taufte seinen Apparat Palmograph, zu deutsch etwa Zitterschreiber. Er bestand aus einem quadratischen, fensterrahmenartigen Holzgestell von 20 cm Seitenlänge mit einem das Treffziel bedeutenden Loch in der Mitte. An den vier Ecken des Rahmens waren Haken zum Einhängen eines sonst freischwebenden spiralfedernden Drahtkreuzes, dessen Mittelpunkt, genau dem Rahmenloch gegenüber, 4 cm von diesem entfernt war. In diese mittlere Drahtkreuzungsstelle war ein Aluminiumring eingelassen, durch den hindurch man das Loch zu treffen suchen mußte. Als Zielinstrument diente ein Hartgummistift, dessen Spitze genau in das Loch, dessen Stielrund genau in den Aluminiumring hineinpaßte. Hatte man gut gezielt, so traf der Stift glatt in das Loch hinein, der Ring wurde dabei in völlig gerader Richtung dem Loch genähert. Hatte man schlecht gezielt, so mußte die Stiftspitze sich erst ihren Weg zu dem Loch suchen, wobei der Ring des federnden Drahtkreuzes mehr oder weniger zur Seite gedrückt wurde, um nach Herausziehen des Stiftes wieder in seine zentrale Lage zurückzuschnellen. Diese vorübergehende Verschiebung ergab nach den angestellten Versuchen einen vorzüglichen Gradmesser der Treffsicherheit eines Stoßes und des dabei von der betreffenden Person bekundeten Ermüdungszitterns. Um letzteres graphisch durch eine Zackenkurve auszudrücken, war oben an dem Aluminiumring eine Schnur befestigt, die über Rollen zu einem Schreibhebel führte, welch letzterer die Bewegungen des Ringes in vergrößertem Maßstab auf einer Drehtrommel verzeichnete. Damit das mehr oder weniger sichere Treffen auch zeitlich wahrgenommen und geschätzt werden konnte, führte von dem einen Pol eines Akkumulators ein Kupferdraht von hinten in das Zielloch, während von dem anderen Pol ein Draht ausging, der über einen Leitungswiderstand durch den Hartgummistift hindurch bis zu dessen Spitze reichte. Bei jedem Treffversuch wurde so der Stromkreis geschlossen und dies auf der Drehtrommel durch eine entsprechende Zacke verzeichnet, die, ins Zeitliche übersetzt, von einer Uhr mit Fünftelsekunden-Einteilung abgelesen werden konnte. Der ganze Apparat stand, von einem Stativ gehalten, so auf dem Tisch, daß der Prüfling das Ziel etwas links in Augenhöhe vor sich hatte, so daß die Rechte aus 2 cm Entfernung mit dem Stift völlig frei und ungezwungen nach dem vom Ring, wie gesagt, noch 4 cm entfernten Loche zielen und stoßen konnte.

Die sechs Personen, vier männliche und zwei weibliche, die Prof. Bresina für seine ersten Versuche zur Verfügung hatte, standen im Alter

von 18 bis 44 Jahren. Jeder Versuch bestand aus 10 bis 25 in ununterbrochener Reihenfolge ausgeführten Stößen. Jeder konnte dabei das ihm zusagende Tempo selbst wählen. Aus den vom Apparat geschriebenen Kurven war nun deutlich folgendes zu ersehen und zu vergleichen: die Zeitdauer jedes Einzelstoßes, seine etwaige Richtungsänderung, kenntlich an der Zahl seiner Zitterzacken, die Länge des Weges, den die Stiftspitze vom Ring bis zum Loch zurückgelegt hatte, ferner die Lage und Anordnung der Zacken zueinander und im Vergleich zu einer durch ihre Mitte gelegten Kurvenlinie, endlich die Zahl der Zacken und die Länge ihres Weges in je einer Sekunde. Diese sieben Merkmale und besonders die mittlere Kurvenlinie waren nicht nur bei jeder Person verschieden, sondern von einer für letztere charakteristischen Art der Zusammensetzung und Richtung. Da aber die Einzelstöße doch auch erhebliche Schwankungen in der Treffsicherheit zeigten, wurde zur summarischen Beurteilung stets die Durchschnittszahl je eines, wie gesagt, nur aus 10 bis 25 Stößen bestehenden Versuches genommen. Bei dieser bescheidenen Anzahl war auch eine Ermüdung der Personen durch das leichte Zielen und Stoßen selbst ausgeschlossen; die gewonnenen Resultate geben daher ein getreues Abbild der inneren Muskel- und Nervenermüdung, ausgedrückt in der Größe und Art der Treffsicherheit je nach der kurz zuvor geleisteten Größe und Art der Arbeit. Als solche wurden verrichtet Beugen und Strekken bald leichter, bald schwerer belasteter Arme, Beugung des Schulter- und Ellbogengelenkes durch Gewichtsziehen mittels Schnur über eine Rolle, Dynamometerübungen und Holzsägen.

sogar die Anfangszahl mit 63,6 Fehlern unterboten: es hatte also eine Einarbeitung, eine innere Festigung stattgefunden. Jetzt wurde das Gewicht auf 5 kg erhöht, und hier vermehrten sich die Fehler nach den ersten 400 Hebungen auf 77,8, nach den zweiten auf 84,1, nach den dritten auf 92,6 Fehler. Aber, merkwürdig, nach weiteren 300 Hebungen von 6 kg stieg diese Zahl nicht weiter, sondern sank auf 90,7. An einem anderen Tage betrugen bei demselben Herrn die Fehlstöße vor dem Heben 69,1, nach den ersten 400 mit 5 kg 54,6, nach den zweiten 400 = 62.4 und nach weiteren 200 mit 6 kg 69,8, d. h. fast genau so viel wie vor Beginn des ganzen Hebens. Nach ihm völlig ungewohnten Holzsägen stieg die Zahl

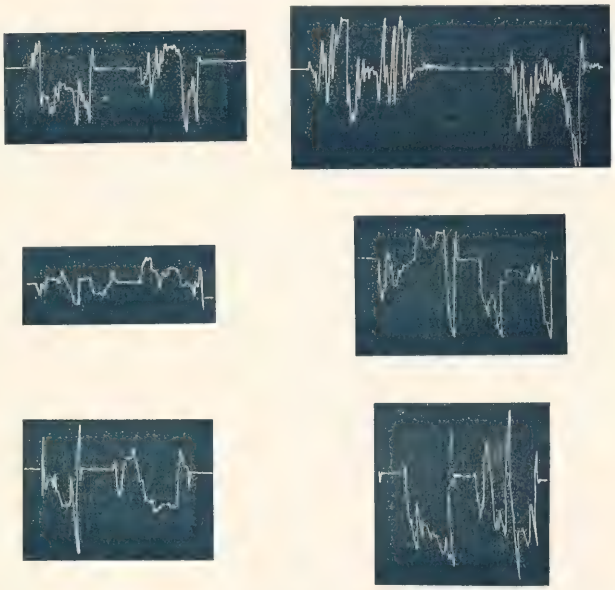


Abb. 2.
Charakteristische Kurven des Ermüdungszitterns und der dadurch bedingten Treffsicherheit am Palmographen, links vor der Arbeit, rechts nach der Arbeit; oben von einem 44jährigen mittelkräftigen Arzt, mitten von einem sehr kräftigen 18jährigen Studenten, unten von einem 54jährigen Schmied.
(Aus dem Archiv für Hygiene, Bd. 89, 1920, R. Oldenbourg in München.)

Ein Beispiel zeige, wie bei einem 44jährigen mittelkräftigen Arzt das Gewichtheben auf die Treffsicherheit wirkte. Vor Beginn betrug die, immer aus je 8 bis 13 Stoßserien gewonnene Durchschnittszahl der Fehlstoßabweichungen 66,7, nach 400maligem Gewichtheben von 4 kg 63,8, nach Verdopplung der Hubanzahl 66,3, nach Verdreifachung 63,7. Nach 10 Minuten Ruhe wurde die Treffunsicherheit noch größer und stieg auf 72,5 Fehler, aber nach weiteren 60 Minnten Ruhe wurde der Fehler um 122, sie überstieg auch nach 10 Minuten Ruhe die Anfangsziffer noch um 69. Bei jeder Person läßt sich so für jede Arbeit am Palmographen das zusagende spezielle Durchschnittsgewicht der zu bewegenden Last ermitteln aus der Zahl der gemachten Treffer oder Nieten. Erhöhung des Tempos einer Arbeit wirkt genau so, als wäre das Gewicht entsprechend erhöht worden. In einzelnen Fällen wurden merkwürdigerweise die Treffer nicht sofort nach Beendigung

der Arbeit weniger, sondern erst nach 10 Minuten. Ferner kann man beobachten, daß die nach Ruhe von einer schweren Arbeit auf das normale Maß gesunkenen Treffehler sogleich sich unverhältnismäßig zu häufen beginnen, wenn zwischendrein eine kleine leichte Arbeit verrichtet wird, eine Erscheinung, die besonders deutlich eine tiefere, innerlich nicht überwundene und daher ernstlich durch ungestörtes Ausruhen zu berücksichtigende Übermüdung verrät. Sie zeigte sich z. B. einmal an zwei jungen Versuchspersonen, die dann trotz der ganz leichten Zwischenbeschäftigung plötzlich erklärten, sie jetzt unter keinen Umständen weiter fortsetzen zu können. Ferner, wenn die nach Muskelarbeit gestiegene Zahl der Nieten in der Ruhezeit sinkt, so sinkt sie nicht selten unter die vor der Muskelarbeit erreichte Zahl. Da nun in solchen Fällen gerade die meisten und besten überhaupt beobachteten Treffer vorkamen, so dürfte hier eine von Bresina noch nicht näher erforschte wichtige gesetzmäßige Erscheinung körperlicher Erholung verborgen sein. Die Treffsicherheit der rechten Hand wurde andererseits ganz im gleichen Maße vermindert, mochte sie selbst die Arbeit, oder mochte die Linke oder die Füße z. B. durch Marschieren oder Treppensteigen sie verrichtet haben. Die an 16 Arbeitern und Arbeiterinnen einer Floridsdorfer Maschinenfabrik vor und nach der Arbeit beobachteten Treffversuche bestätigten durchaus die bisher gewonnenen Erfahrungen. Was die Beschäftigungsart betrifft, so lieferten an Durchschnittsnieten vor der Arbeit die Schmiede und Schlosser 73,7, nach der Arbeit 86,3, die Former und Gießer 78,6 bzw. 80,7, andere Arbeiter 86,5 bzw. 80,8. Auch das Alter drückte sich im Ermüdungszittern und dadurch bedingten Treffen des Zieles aus: vor der Arbeit leisteten an Nichttreffern die über 45 Jahre alten Arbeiter 88,7, nach der Arbeit 102,0, die zwischen 38 und 45 Jahren stehenden 79,5 bzw. 75,0, die unter 38 Jahren 75,4 bzw. 79,0 Nieten.

Der Palmograph belehrt uns also, wie wir gesehen haben, im negativen Sinne darüber, welche Mengen einer bestimmten Arbeit unser Ermüdungszittern mehr oder weniger steigern; im positiven Sinne darüber, wie wir die Grenzen unserer Treffsicherheit im allgemeinen erkennen, ferner die günstigste Zeit für unser persönliches treffsicheres Arbeiten ermitteln und wie wir unsere erworbene Treffsicherheit durch ein bestimmtes Maß gewisser Muskelarbeiten für einen gerade beabsichtigten einmaligen Zweck oder dauernd, wenn auch nicht immer steigern, so doch auf einer notwendigen Höhe erhalten können.

Beim Prüfen durch den Palmograph war, wie gesagt, das Zielen und Treffen selbst mit fast keiner Anstrengung verbunden: außer den wenig beanspruchten Muskeln des rechten Armes waren nur die der Augen beschäftigt. Das ist im praktischen Leben oft anders, hier kommt durch die Art und Länge der augenblicklichen Arbeit meistens eine sich stetig vergrößernde, die Treffsicherheit allmählich herabsetzende Anstrengung und Ermüdung aller möglichen Muskeln hinzu. Nun wissen wir ja wohl, daß es ganz gleichgültig ist, durch welchen Körperteil das Ermüdungszittern hervorgerufen wird, da es sich stets sehr bald dem ganzen Körper mitteilt. Aber da die Muskeln durch ihre Eigenschaft als Hebel physikalischen Gesetzen unterworfen sind, so werden natürlich größere Neigungswinkel beim Bewegen z. B. der großen Halsmuskeln auch größere Ermüdung und Treffunsicherheit hervorrufen, als wenn sich nur kleinere Muskeln anstrengen. Ein lehrreiches Beispiel lieferte Ernst Haase, das er kürzlich in der Zeitschrift für pädagogische Psychologie beschrieb, durch sein Studium an 373 zehn- bis vierzehnjährigen Schülern und Schülerinnen über deren Treffsicherheit im Abzeichnen verschiedener Winkel von der Wandtafel. Die Kinder sollten von ihren Bankplätzen aus zwölf mit der Schenkelöffnung bald nach oben, bald nach unten, bald schräg nach rechts, bald nach links gerichtete Winkel von 45 bis 90 Grad mit Lineal und Bleistift nachzeichnen. Bei der Beurteilung der 4398 gezeichneten Winkelbilder auf ihre richtige Schenkelöffnung hin wurden die gemachten Treffehler gruppenweise in leichtere, mittlere und schwerere geteilt und die Entfernung der Zeichenplätze von der Wandtafel berücksichtigt. Diese betrug für die Abteilung der Vorderplätze höchstens 4,20 m, für die der Hinterplätze mindestens 5,75 m. Die Treffsicherheit im ganzen war bei den auf den vorderen und hinteren Bänken sitzenden Knaben gleich groß, nämlich 38 %; bei den Mädchen erzielten die auf den vorderen 31 %, die auf den hinteren 32 % Treffer. Betrachtet man aber nur die schweren Verschätzungen, so schnitten Knaben und Mädchen auf den Hinterbänken wesentlich besser ab: diese Knaben hatten nur 7 %, die Mädchen nur 9 % Treffehler, während die auf den vorderen 9 % bzw. 12 % zeigten. Es stellte sich heraus, daß beim Abzeichnen von den Hinterplätzen aus die Bewegung der größeren Muskeln des Nackens und Halses z. T. ganz bedeutend kleiner zu sein brauchte als vorn. Die Quelle des Ermüdungszitterns und der Treffunsicherheit war also einerseits die, daß jene Großmuskeln verschieden lange Wege zurückzulegen hatten. Gegen Ende der Stunde mußten jedoch die auf den Hinterplätzen andererseits ihre kleinen Augenmuskeln mehr anstrengen, wodurch ihnen ihr Vorsprung vor den Kameraden der Vorderplätze geraubt wurde.

H. Radestock.

Sprunghafte Vergrößerung der geographischen Breite.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1921 hat eine solche in Mitteleuropa nach übereinstimmenden Beobachtungen von Schnauder in Potsdam, Courvoisier in Neubabelsberg und Boccardi in Pino Torinese um nahezu eine halbe Bogensekunde

stattgefunden. Sollte auf dem gegenüberliegenden Meridian eine ebensogroße Verminderung der Breite festgestellt werden, so würde damit eine Verlagerung der Erdachse um rund 15 m erwiesen sein, für die vorläufig eine Ursache nicht angegeben werden kann. Jedenfalls wird eine Neubestimmung der Breiten in verschiedenen Längen zunächst volle Klarheit darüber bringen müssen, ob diese von der Theorie nicht vorausgesehene Verlagerung der Erdachse wirklich stattgefunden hat, oder ob andere Ursachen für die in Mitteleuropa beobachtete Breitenzunahme zu suchen sind. F. Kbr.

Über die Mächtigkeit des nordischen Inlandeises in Schlesien.

Auf dem letzten internationalen geologischen Kongreß zu Stockholm im Jahre 1910 wurde auch über die Mächtigkeit des europäischen Inlandeises verhandelt. F. Frech führte damals aus, daß die vereinzelten nordischen Geschiebe, die sich am Rande der Sudeten mitunter noch in Höhen von 555 m, z. B. bei Gottesberg im Waldenburger Gebirge finden, uns durchaus noch nicht berechtigen, diese Höhenlage ohne weiteres der Dicke des nordischen Inlandeises gleichzusetzen.[1]) Für die Bestimmung der Mächtigkeit des einstigen Inlandeises sind vielmehr vor allem die sog. Nunatakkar maßgebend. Nach den Untersuchungen von Frech sollte nun neben dem Zobten auch die ungefähr 60 m hohe Gipfelkuppe des Rummelsberges südlich von Strehlen als Nunatak die Inlandeisdecke überragt haben. Frech konnte nämlich auf dem stark verwitterten Gipfel dieses fast 400 m hohen Berges keine nordischen Geschiebe mehr feststellen, wohl aber eine aus Quarzitgeröllen bestehende Lokalmoräne. Auch die eigenartige, nach Norden ziemlich steil abfallende Bergspitze sollte dafür sprechen, daß der Gipfel vom Eisstrom nicht mehr erreicht wurde. Auf Grund dieser Erscheinungen schätzte Frech die Mächtigkeit des nordischen Landeises im mittelsten Schlesien auf höchstens 200 m.

Nun ist in den letzten Jahren das Rummelsberggebiet geologisch aufgenommen worden und es verdient hervorgehoben zu werden, daß Landesgeologe J. Behr der im vorstehenden dargelegten Ansicht von Frech nicht beipflichten kann.[2]) Nordische Geschiebe beobachtete Behr noch in einer Höhe von 320 m und große Quarzitblöcke kommen selbst noch auf dem aus Granit bestehenden Gipfel vor, wohin sie nur durch das nordische Eis gebracht worden sein können. Außerdem konnte B. in dem am Ostabhange des Berges anstehenden Quarzit in 230 m Höhe einen ganz vorzüglich ausgebildeten Gletschertopf feststellen, dessen Bildung bei einem Durchmesser von 12 m und einer größten Tiefe von 4 1/2 m eine ganz gewaltige Kraft des Eises voraussetzt.[1]) Da im übrigen am benachbarten Zobten die Oberkante des Eises sicher bis 500 m heraufging, so wäre es auch zum mindesten sehr unwahrscheinlich, wenn das Eis am Rummelsberg niedriger gestanden hätte. Behr kommt nach diesen Beobachtungen und Erwägungen zu folgendem Ergebnis: „Wenn also auch die Tätigkeit des Inlandeises unmittelbar auf der höchsten Erhebung nicht nachzuweisen ist, so liegen doch Zeugen in so geringer Entfernung davon, daß kein stichhaltiger Grund zur Annahme eines Nunatakers besteht."

Tiergeographische Tatsachen, die z. B. für den Zobten den Nunatakcharakter bezeugen, wie das vereinzelte Vorkommen von Patula solaria[2]) sind vom Rummelsberg nicht bekannt, auch kaum zu erhoffen. So ist nur von der weiteren geologischen Aufnahme des Vorlandes der Sudeten eine endgültige Klärung dieser nicht unwichtigen Frage zu erwarten.

E. Schalow (Breslau).

Epithelkörperverpflanzung bei postoperativer Tetanie.

Bekanntlich sind die nach Kropfoperationen manchmal zu beobachtenden krampfartigen Zustände — die sog. postoperative Tetanie — auf den Verlust der Epithelkörperchen zurückzuführen, die mit der Schilddrüse zusammen entfernt worden sind. Gelegentlich treten nach der Exstirpation Spannungsgefühle in den Händen oder auch in den Füßen auf, die mit großen Schmerzen verbunden sein können und bis zum Starrkrampf führen. Die Anfälle wiederholen sich oft nicht wieder, können aber auch in rascher Folge auftreten und schließlich den Tod herbeiführen. Da man die Ursache dieser postoperativen Erscheinungen kennt, sucht man möglichst den Verlust der Epithelkörperchen zu vermeiden. Doch stehen dabei dem Kropfoperateur große Schwierigkeiten im Wege. Zunächst sind die Epithelkörperchen sehr schwer aufzufinden; ferner sind die winzigen Drüsen während der Operation leicht Schädigungen ausgesetzt, vor allem durch die Unterbindung der Arteria thyreoidea inferior, die zur Verringerung der Blutung vorgenommen werden muß. Schließlich aber ist die Entfernung der Epithelkörperchen bei Radikaloperationen gar nicht zu vermeiden. So kommt es, daß die postoperative Tetanie immer noch hier und da auftritt. Durch die Kenntnis der Ursache ist man

[1]) Vgl. F. Frech, Über die Mächtigkeit des europäischen Inlandeises und das Klima der Interglazialzeiten. Congrès geologique intern. Stockholm 1910. — Vgl. auch Frech u. Kampers, Schlesische Landeskunde I. Bd., S. 86.

[2]) Vgl. J. Behr, Erläuterungen zur Geolog. Karte von Preußen. Blatt Strehlen. Berlin 1921.

[1]) Vgl. J. Behr, Über Glazialerscheinungen am Rummelsberg in Schlesien. Jahrb. Preuß. Geol. Landesanstalt. Berlin 1911.

[2]) Vgl. F. Pax, Tierwelt Schlesiens. Jena 1921.

jedoch in die Lage versetzt, entsprechende Gegenmaßregeln zu ergreifen.

Immer mehr macht sich als wirksames Mittel die Verpflanzung der Epithelkörperchen geltend. Mit neuen Erfahrungen ausgerüstet empfiehlt E. Borchers in einer dieses wichtige Gebiet der modernen Chirurgie eingehend behandelnden Arbeit über „Epithelkörperverpflanzung bei postoperativer Tetanie“ [1]) die Methode der Organtransplantation. Borchers stützt sich vor allem auf fünf Fälle von postoperativer Tetanie aus den letzten Jahren in der Tübinger Chirurgischen Klinik (Prof Perthes). Es wurden darunter ein Mißerfolg, zwei teilweise Erfolge und zwei Dauererfolge beobachtet. Im ersten Fall stellten sich in Zwischenräumen von ca. 1 Jahr schwere Rückfälle ein; in den beiden weiteren Fällen waren nur noch leichte Spannungsgefühle in den Fingermuskeln und Trübung der Augenlinsen, nur während der Menses leichte Krampferscheinungen zu beobachten. In den beiden letzten Fällen wurden die Patienten als geheilt betrachtet. Wenn die Verpflanzung auch nicht von unbedingtem Erfolg ist, so ist doch das zeitweilige Gelingen der Methode dankbar zu begrüßen, zumal man mit anderen Methoden ähnliche Ergebnisse nicht feststellen konnte. Gegenüber dem Versagen der Substitutionstherapie bezeichnet Borchers die Epithelkörpertransplantation „als das Normalverfahren in der Behandlung der postoperativen Tetanie“. Die bisherigen Mißerfolge anderer Autoren können auf Irrtümer in der Bestimmung der Epithelkörperchen zurückzuführen sein, die zur Transplantation verwendet wurden. Borchers weist deshalb darauf hin, daß nur eine genaue histologische Untersuchung der Epithelkörperchen vor Verwechslungen schützen kann. Um die bei Menstruation und Gravidität leicht auftretenden Rückfälle zu vermeiden, empfiehlt Borchers die Sterilisation aller Frauen mit chronisch exazerbierender postoperativer Tetanie.

Trotz mancher Schwierigkeiten, die sich bei der Organverpflanzung nicht vermeiden lassen, ist gegen die große Bedeutung der Epithelkörpertransplantation nichts einzuwenden. Sehr treffend sagt E. Frank in einer Übersicht über „das Tetaniesyndrom und seine Pathogenese“: [1]) „Die neuerdings von Borchers und Eiselsberg gemeldeten Erfolge, die wenigstens die Tetanie auf den Zustand der latenten, nur selten und dann milde aufflackernden Diathese zurückbrachten, warnen vor übertriebener Skepsis.“

Gustav Zeuner.

[1]) Münchener Medizinische Wochenschrift Nr. 50, 68. Jahrg. 1921.

[1]) Klinische Wochenschrift Nr. 7, 1. Jahrg., 1922.

Bücherbesprechungen.

Nippoldt, A., Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. Sammlung Göschen Nr. 175. Dritte, verbesserte Aufl. 135 S. mit 7 Tafeln und 18 Fig. im Text. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. — Preis 6 M.

Das vorliegende Bändchen gibt einen vortrefflichen Einblick in die außerordentlich interessanten, allerdings großenteils noch wenig gelösten Fragen der elektromagnetischen solarterrestrischen Vorgänge, die für uns im Erdmagnetismus und den verschiedenen Arten seiner Variation, in den Erdströmen der festen Rinde und der Atmosphäre und im Polarlicht in die Erscheinung treten.

Als Lamont im Jahre 1851 das erste volkstümliche Werk über den Erdmagnetismus schrieb, mußte er sich auf die Mitteilung von Beobachtungsergebnissen beschränken und die Frage nach deren physikalischen Ursachen und etwaigem inneren Zusammenhang völlig offen lassen. Auch die 1. Auflage dieses Bändchens aus dem Jahre 1903 ließ nur in Bezug auf das Polarlicht eine merkliche Förderung unseres Verständnisses des Erscheinungsgebiets erkennen. Das in der neuesten gegenwärtigen Auflage gezeichnete Bild ist unverkennbar vollständiger. Als wesentliche Ursachen der geophysikalischen Vorgänge kennen wir jetzt nach den Untersuchungen von Birkeland und Störmer die elektrische Strahlung der Sonne und den von Hale entdeckten Sonnenmagnetismus. Damit ist allerdings erst eine breitere Grundlage für weiteres Eindringen geschaffen, das noch der Zukunft vorbehalten ist.

A. Becker.

Kayser, E., Lehrbuch der Geologie. Allgemeine Geologie, 1. u. 2. Bd., 6. vermehrte Aufl. Stuttgart 1921, F. Enke.

Vor nicht langer Zeit erst wurde die fünfte Auflage dieses umfangreichen und allbekannten Werkes hier besprochen. Dem damals Gesagten ist nicht viel nachzutragen. Das äußerliche Gewand des „Großen Kayser“ hat sich erheblich geändert; der ständig anwachsende Stoff gab den Anlaß, ihn nun in vier Bänden erscheinen zu lassen an Stelle der bisherigen zwei. Die „Allgemeine Geologie“, die jetzt in sechster Auflage vorliegt, ist behandelt im ersten Bande, der Physiographische Geologie und Äußere Dynamik, und im zweiten Bande, der die Innere Dynamik bringt. Der Umfang ist wiederum angeschwollen, damit auch der Preis, der nur für diese ersten beiden Bände schon über 200 M. beträgt.

Verbesserungen zeigen der petrographische Abschnitt, der eine den modernen Anschauungen entsprechende Umarbeitung erfuhr; die geologische

Bedeutung der Klimate, Tiefeneruptionen und Erdbeben wurden ausführlicher behandelt; als neues Kapitel wurde die Bodenbildung zugefügt.

Bei einer weiteren Auflage wäre zu erwägen, ob nicht an Stelle der bei einigen Kapiteln eingestreuten Referate über neuere Arbeiten, die sich nicht immer recht harmonisch dem übrigen Texte einfügen, einheitlich gegossene Durcharbeitungen nach umfassenden Gesichtspunkten eintreten sollten. Dann könnten auch manche Ausführungen, die die moderne Geologie überholt hat, erbarmungslos ausgeschaltet werden. Nicht nur Fülle der Einzelheiten ist erstrebenswert, sondern vor allem Hervorhebung der großen, für die Zukunft weiterführenden Gedankengänge in der Geologie. Krenkel.

Hansen, Adolf (†), Die Pflanzendecke der Erde. Eine allgemeine Pflanzengeographie. Mit 1 Karte und 24 Abbildungen. 276 S. Bibliographisches Institut 1920.

Das Buch stellt einen Auszug aus dem 3. Bande des von ihm neubearbeiteten Kernerschen „Pflanzenlebens" dar, dazu bestimmt, die allgemein interessierende Pflanzengeographie in kurzer handlicher Form weiteren Kreisen von Bildungsbedürftigen zugänglich zu machen.

In einem 50 Seiten umfassenden einleitenden Teil, der neu für diese Ausgabe geschrieben ist, werden allgemeine pflanzengeographische Gesichtspunkte in sehr anziehender Weise erörtert. Nach einem kurzen historischen Abriß werden die Entstehung der Flora, ihre Veränderungen im Laufe der Zeiten, ihre Beeinflussung durch den Boden, das Klima, den Menschen besprochen — den Unkräutern, der Herkunft und Verbreitung der Kulturpflanzen ist ein besonderes Kapitel gewidmet.

Der spezielle Teil schildert die einzelnen Florengebiete, beschreibt die ihnen eigentümlichen Verhältnisse, ihre Charakterpflanzen, wobei die anschauliche Schilderung von einer Anzahl guter Vegetationsbilder unterstützt wird. In einem 2 Seiten umfassenden Verzeichnis ist zum Schluß die wichtigste pflanzengeographische Literatur zusammengestellt.

Einen kurzen Abriß der Pflanzengeographie für weitere Kreise wollte der Verf. schaffen, diese Aufgabe ist ihm glänzend gelungen. Ihm selbst war es nicht mehr vergönnt, das Erscheinen des Buches zu erleben, so hat denn G. Funk nach dem am 24. Juli 1920 erfolgten Tode Hansens die letzte Feile angelegt. Burret (Berlin).

Scherzer, Hans, Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. 1. Teil: Die Keuper- und Muschelkalklandschaft. Mit zahlreichen Naturaufnahmen, Profilen und einer geologischen Tabelle. 184 S. Wunsiedel 1920, Gg. Kohler. Geb. 42 M.

Ein prächtiger „Naturführer" durch die Keuper- und Muschelkalklandschaft des bayrischen Frankens, der allerdings nur die botanischen und geologischen Verhältnisse berücksichtigt. Besonders eingehend werden geschildert die Gegend um Nürnberg, um Erlangen, der Zenn- und Bibertgrund, der Aischgrund, die Frankenhöhe, der Schwanberg bei Iphofen, der Maingau (Grettstadter Wiesen!), die Gegend um Rothenburg o. T. Überall wird der enge Zusammenhang zwischen geologischer Unterlage und Pflanzenwelt hervorgehoben. Gut ausgewählte Skizzen von geologischen Profilen, sowie Naturaufnahmen ergänzen den flüssig geschriebenen Text aufs beste. Dem Botaniker, insbesondere dem Pflanzengeographen, werden die langen, ausführlichen Pflanzenlisten viel Freude machen, wenn auch ab und zu die lateinischen Pflanzennamen nicht ganz korrekt wiedergegeben sind. Schade ist, daß der Verf. die wichtigen Arbeiten von Süßenguth (Ideen zur Pflanzengeographie Unterfrankens in Ber. Bayr. Botan. Gesellsch. 15 [1915], 255—294) und E. Pritzel (Die Grettstadter Wiesen in Ber. d. freien Vereinig. f. Pflanzengeogr. u. system. Botanik, 1919, 83—108) nicht benutzt hat bzw. nicht mehr benutzen konnte. Hoffentlich erscheint der 2. Teil, der die jurassischen und nachjurassischen Bildungen behandeln soll, in nicht allzu ferner Zeit.
Marzell.

Cloos, H. und **Meister, E.,** Bau und Bodenschätze Osteuropas. Veröffentlichungen des Osteuropa-Instituts in Breslau. Leipzig 1921, B. G. Teubner.

Die Beschäftigung mit der Geologie Rußlands war für den Geologen, der der russischen Sprache nicht mächtig war, bisher mit den größten Schwierigkeiten verknüpft. Vieles aus der reichen russischen geologischen Literatur mußte ungenutzt bleiben. Es ist deshalb mit Freude zu begrüßen, daß in dem vorliegenden Werke diesem sehr fühlbaren Mangel abgeholfen wird, das nicht nur Rußland, sondern auch Galizien, Rumänien und Ungarn, wenn diese letzteren drei auch in kürzester Form, behandelt.

Nach einem erdgeschichtlichen Überblick werden die größeren geologischen Regionen (z. B. Finnland, Donetzgebiet, Ural, Kaukasus) nach ihrem Bau und mit ihren Bodenschätzen an Erzen, Kohlen, Salz, Erdöl dargestellt. Vor allem diese praktischen Angaben machen das Werk zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel für die Beschäftigung mit den geologischen Verhältnissen Osteuropas. Es zeigt so recht, wie reich an natürlichen Hilfsquellen gerade Rußland ist, und welche Möglichkeiten zu einer geologischen und bergmännischen Aufschließung hier noch vorliegen. Eine von S. v. Bubnoff bearbeitete schöne Strukturenkarte von Osteuropa ist beigefügt. Krenkel.

Walte, Wilhelm, Einstein, Michelson, Newton, Die Relativitätstheorie, Wahrheit und Irrtum. 47 S. Hamburg 1921, W. Gente.

Der Verf. bemüht sich zu zeigen, daß Ein-

steins Formeln der Wirklichkeit nicht entsprechen, daß man vielmehr zu Newtons Lichttheorie zurückkehren müsse, da unsere Elektronen dasselbe sind, wie Newtons Lichtpartikeln. Der Äther ist demnach nichts anderes als ein den Raum füllendes Meer von Elektronen, deren Druck auch die Gravitation hervorbringt. Die von der Sonne ausgehenden, die Erde treffenden Elektronen üben aber keine solche Stoßwirkung aus, sondern werden in Wärme umgesetzt, so daß also diese Erwärmung der Erde die Erde an die Sonne kettet, indem nur die von außen kommenden Elektronen die Gravitationswirkung ausüben. Es läßt sich auch so die Entstehung und Lage der Kometenschweife erklären. Es erscheint das Gravitationsgesetz in der Form, daß die Anziehung des ersten Körpers von der Masse des zweiten abhängt. Hieraus vermag der Verf. auch die Erscheinungen der Gravitationsfelder zu erklären, und zeigt, daß diese in der Nähe glühender Massen besondere Eigenschaften haben, die sich z. B. in der Bewegung des Merkurperihels äußern. Das Heft ist ein geistvoller Versuch zur Lösung des Äther- und Gravitationsproblems in einer dem Einsteinschen entgegengesetzten Sinne.

Riem.

Schwassmann, Arnold, Relativitätstheorie und Astronomie. 34 S. mit 15 Fig. Hamburg 1921, Henri Grand. Geh. 4 M.

Das Heft ist ein Sonderabdruck aus der neuen 24. Auflage von Diesterwegs populärer Himmelskunde und behandelt darum die wichtigen Beziehungen der Theorie zur Astronomie, ausgehend von der Deutung des Michelsonschen Versuches durch Lorentz und dem daraus folgenden Einsteinschen Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit in bewegten oder ruhenden Systemen, und weiterhin dem Äquivalenzprinzip. Die Darstellung ist sehr klar. Der Verf. hält diese Theorie für erwiesen auf Grund der Beobachtungen an der Sonnenfinsternis und der Rotverschiebung, sowie der Perihelbewegung des Merkur, ein Material, das man jetzt anders bewertet; besonders die von Schwaßmann angeführten Messungen von Grebe sind als falsch von Lenard und Glaser erwiesen. Sehr anschaulich sind die Darlegungen des Einflusses der Rel. Th. auf die Raumanschauung, auf die Gravitationstheorie und die Kosmologie, so daß sich das kleine Heft sehr vorteilhaft von den zahllosen Arbeiten anderer über dies Thema abhebt.

Riem.

Anregungen und Antworten.

Homöopathie und allgemeine Physiologie. In Heft 44 der Naturw. Wochenschr. 1921 bricht Herr Dr. med. Tischner eine Lanze für die wissenschaftliche Berechtigung der Homöopathie. Seine Worte sind aber seitens der Physiologie nicht stichhaltig — von Therapie und „Heilerfolgen" will ich nicht reden. T. beruft sich auf das „biologische Grundgesetz", daß schwache Reize förderlich, starke schädlich wirken. In der Mehrzahl der Fälle wird es sich dann aber wohl um die Häufung bzw. die Übertreibung der Wirkung handeln, nicht um die von der Homöopathie behauptete „Umkehr der Wirkung". Essen ist notwendig, Zuvielessen ist ungesund — aber das ist keine Stütze für den Grundlehrsatz der Homöopathie. Nach diesem müßte es kein besseres Schlafmittel geben als Kaffee oder Tee in äußerster Verdünnung, kein besseres Mittel gegen die Wirkungen des Alkoholismus als stark verdünnten Alkohol. Die Physiologie lehrt ja gerade, daß die Giftwirkung streng quantitativ verläuft: x mg Gift töten 1 kg Lebendgewicht. Darum ist es im höchsten Grade zweifelhaft, ob die „homöopathischen" Dosen auf einen Menschen überhaupt wirken. Die Homöopathie verwendet (ob heute noch?) Kochsalz in starker Verdünnung. Nun frage ich: da der Mensch täglich in Speisen und Getränken etliche Gramm Chlornatrium zu sich nimmt, was soll es helfen, wenn er überdies noch 0,000 000 1 mg davon verschluckt? Und weiter: 1 g Kochsalz hat gar keine zu verspürende Wirkung — wovon soll denn die „homöopathische" Dosis das Gegenteil bewirken? Die Erfahrungen der Bakteriologie und Schutzimpfung passen gar nicht zum homöopathischen Umkehrsatz; denn auch die Wirkung der Impfung ist quantitativ, ebenso ist es bei Einführung von Antiserum, und eingeführte Bakterien wirken im Körper nur, wenn sie sich dort vermehren können. — Im Anschluß daran möchte ich auf ein überaus gefährliches Schlagwort der Neuzeit hinweisen: die „Gleichberechtigung der Heilmethoden". Das klingt recht harmlos, kommt aber praktisch darauf hinaus, den gewissenhaften Arzt, der sein Fach gründlich studiert und der ein Herz für seine Kranken hat, auf eine Stufe zu stellen mit dem gewissenlosesten Kurpfuscher. Deutschland ist z. Zt. gesundheitlich nicht stark genug, um für solche Zwecke als Versuchskaninchen zu dienen! Wenn Schiller mit seinem Wort: „Verstand ist stets bei Wenigen gewesen" nicht gar so sehr recht hätte, die Deutschen müßten wie ein Mann aufstehen und verlangen, daß nur der Arzt sein darf, der das Fach in ordnungsmäßigem Unterricht studiert hat, und sie würden die „Gleichberechtigung der Heilmethoden" zum Teufel jagen. — Beiläufig bemerkt: auch in der Politik!

Dr. phil. Hugo Fischer.

Literatur.

Zur Wünschelrutenfrage I, herausgegeb. von der preußischen geologischen Landesanstalt. Berlin '21.

Wing, Easton, Jr. N., The Billitonites. Amsterdam '21, Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

Kofoid, Charles Atwood and Sezy, Olive, The free-living unarmored Dino flagellata. Berkeley '21, University of California Press.

Inhalt: St. Mohorovičić, Eine elementare Theorie der Gravitation. (2 Abb.) S. 145. — **Einzelberichte:** Bresina, Treffsicherheit. (2 Abb.) S. 153. Sprunghafte Vergrößerung der geographischen Breite. S. 150. J. Behr, Über die Mächtigkeit des nordischen Inlandeises in Schlesien. S. 157. E. Borchers, Epithelkörperverpflanzung bei postoperativer Tetanie. S. 157. — **Bücherbesprechungen:** A. Nippoldt, Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. S. 158. E. Kayser, Lehrbuch der Geologie. S. 158. A. Hansen (†), Die Pflanzendecke der Erde. S. 159. H. Scherzer, Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. S. 159. H. Cloos und E. Meister, Bau und Bodenschätze Osteuropas. S. 159. W. Walte, Einstein, Michelson, Newton, Die Relativitätstheorie, Wahrheit und Irrtum. S. 159. A. Schwassmann, Relativitätstheorie und Astronomie. S. 160. — **Anregungen und Antworten:** Homöopathie und allgemeine Physiologie. S. 160. — **Literatur:** Liste. S. 160.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 19. März 1922. | Nummer 12.

Das Problem der Wünschelrute.

Von **Ferd. Scheminzky**, Wien.

Mit 2 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

In den letzten Jahren, besonders in der Kriegszeit hat sich eine lebhafte Diskussion über die Wünschelrutenfrage entwickelt. Die an der deutschen und österreichischen Front von der Heeresverwaltung verwendeten Rutengänger haben immerhin eine ganz ansehnliche Zahl von Treffern aufzuweisen gehabt, so daß wohl an der Tatsächlichkeit des Phänomenes nicht mehr zu zweifeln ist. Eine ganz andere Frage aber ist die, ob es zweckmäßig ist, bei Bohrungen und ähnlichen Anlässen einen Rutengänger zu Rate zu ziehen, mit anderen Worten, ob das als tatsächlich zugegebene Problem auch einer praktischen Verwertung fähig ist. Das theoretische Problem, das allein den Physiologen interessiert, kann ja bestehen bleiben, auch wenn es sich herausstellen sollte, daß die Wünschelrute für Terrainuntersuchungen nicht brauchbar ist.

Unter Wünschelrutengängern versteht man bekanntlich Individuen, welche die merkwürdige Eigenschaft besitzen, daß sie von unterirdischen Substanzen, wie Wasser, Kohle, Erze, Erdgas und dergleichen mehr in einer eigenartigen Weise beeinflußt werden. Diese Beeinflussung zeigt sich entweder darin, daß gewisse in den Händen getragene und allgemein als Wünschelruten bezeichnete Apparate durch eine reflexartige Muskelbewegung eine Drehung ausführen — die Wünschelrute schlägt aus — oder daß diese besonders sensitiven Individuen eine charakteristische, meist unangenehme Empfindung erhalten. Die Eigenschaft der Wünschelrutenfähigkeit ist nicht gerade sehr häufig. Immerhin dürften wohl 4—6 Proz. zu brauchen sein.

Die Wünschelrutenfähigkeit scheint sich beim gleichen Individuum nicht stets in der gleichen Stärke zu offenbaren. So sehen wir, daß abnorme Witterungsverhältnisse, ja schon bedeckter Himmel, Ermüdung, freudige und traurige Erregungen hemmend einwirken können. Dies ist natürlich begreiflich, da ja der Rutengänger kein physikalischer Apparat ist, sondern ein lebendes Individuum. Die Tatsache, daß der Rutengänger von unterirdischen Objekten beeinflußt wird, und daß seine Empfindsamkeit von den Witterungsverhältnissen abhängig ist, zeigt uns nun, daß wir das Phänomen bei den geopsychischen Erscheinungen einreihen müssen, jenen Erscheinungen unter denen Hellpach[1]) die psychischen Wirkungen von Wetter, Klima und Landschaft versteht.

Die einfachste Form der Wünschelrute ist eine Astgabel, deren Zinken einfach mit der Hand ergriffen werden. Die einen halten sie so, wie man einen Turnstab oder ein Hantel erfaßt, also von oben her, andere umgreifen die beiden Äste von unten, wieder andere halten sie bloß mit einer Hand, entweder an einem Aste oder am gemeinsamen Stiele. Den gebrechlichen Holzruten werden oft nachgeahmte Formen aus Metall vorgezogen. So zeigt uns die Abb. 1 eine sog. Schlingenrute,

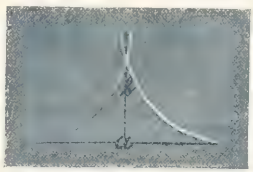


Abb. 1. Schlingenrute aus Metall.

wie sie bei Wiener Rutengängern häufig im Gebrauche ist. Ihre Dimensionen sind meistens so bemessen, daß die Höhe (b in Abb. 1) etwa 10 bis 20 cm beträgt, die Breite hingegen etwa 15 bis 25 cm (a). Wenn nun einzelne Rutengänger angeben, daß sie zum Aufsuchen bestimmter Objekte verschiedene, auf diese jeweils abgestimmte Ruten haben müssen, so stellt der unparteiische Statistiker dem bloß die Tatsache gegenüber, daß es Rutengänger gibt, die für die gleichen Substanzen gerade die entgegengesetztesten Formen, Materialien und Haltungen verwenden, ja, daß viele auf spezielle Wünschelruten ganz verzichten, und entweder stets mit dem gleichen Instrument arbeiten, oder erst an Ort und Stelle sich eine Rute vom nächstbesten Baume schneiden, daß endlich einige wenige die Rute vollständig entbehren können, und sich bei ihren Mutungen lediglich auf ihre subjektiven Gefühle verlassen. Aus der Fülle der sich oft widersprechenden Angaben zieht der Statistiker nur den Schluß, daß die Form, das Material und die Haltung der Wünschelrute ganz belanglos sind. Hat auch so mancher Rutengänger seine Lieblingsrute, so leistet doch jeder von ihnen das gleiche mit ihr, soferne er eines besitzt: hinreichende Wünschelrutenfähigkeit.

Zwischen dem wirkenden Objekt und der Reaktion des Rutengängers besteht nun, wie die Erfahrung gelehrt hat ein Zusammenhang, derart,

[1]) W. Hellpach, Die geopsychischen Erscheinungen. Leipzig 1917, 2. Aufl., Engelmann

daß der Rutengänger aus der Art seiner Reaktion auf die Natur des wirkenden Körperss schließen kann. Der Rutengänger weiß, ob er sich über Wasser, Kohle, Kupfer oder Eisenerze befindet. Die Hochempfindlichen, das sind jene, die auf die Rutenbewegung ganz verzichten, und sich ihren Gefühlen überlassen, haben auch charakteristische Empfindungen: so spürt der eine über Wasser ein Stechen in den Schläfen, der andere über Kali krampfartige Schmerzen in der Magengegend, über Kohle mehr Herzschmerzen und so fort. Es sei von vornherein darauf hingewiesen, daß es sich in den zuletzt genannten Fällen wahrscheinlich auch nicht um eine direkte Wirkung handeln wird, sondern um eine Projektion allgemeiner Empfindungen in bestimmte Körperregionen, eine Erscheinung, welche wir bei hysterischen Individuen und anderweitig erkrankten Personen wiederholt vorfinden.

Für die Drehung der Wünschelrute sind noch bis vor ganz kurzer Zeit, und in minder kritischen Köpfen auch heute noch, die verschiedensten mehr oder minder mystische Energien verantwortlich gemacht worden. Dank der Arbeiten von Hänel[1]) einerseits, von Pollak-Rudin[2]) andererseits wissen wir heute, daß die wiederholt ausgesprochene Vermutung, daß die Rutendrehung einfach ein Ergebnis der Muskeltätigkeit des Sensitiven sei, zu Recht besteht. Wir werden also sagen, daß der Rutengänger über unterirdischen Objekten unbewußt seine Rute dreht, und daß diese Bewegung ihn erst selbst von der Anwesenheit der wirkenden Substanzen unterrichtet. Diese Rutendrehung wird als Ausschlag bezeichnet.

Nun ergeben sich für uns zwei wichtige Fragen:

1. Welcher Natur ist die Fernwirkung, welche die Objekte ausüben?

2. Welche Vorgänge spielen sich dabei im Körper des Rutengängers ab?

Zunächst sei auf das Phänomen der Abbildung der Flußläufe in den Wolken verwiesen, eine Tatsache, welche zur Erklärung des Wünschelrutenphänomens zuerst von Blacher herangezogen wurde.[3]) Es wurde nämlich von Astronomen wiederholt die Beobachtung gemacht, daß an windstillen Tagen gewisse Wolkenlücken direkt ein Spiegelbild der darunter liegenden Wasserläufe sind. Man führt diese Erscheinung darauf zurück, daß aus dem Erdinneren kurzwellige Strahlen, den γ-Strahlen des Radiums ähnlich, austreten, welche ihrer großen Reichweite wegen auch als durchdringende Strahlung bezeichnet werden. Da nun diese Strahlen in der Luft Ionen erzeugen und diese wiederum als Kondensationskerne für den Wasserdampf dienen, so wäre es ganz verständlich, wenn nur dort eine Wolkenbildung auftritt, wo diese Strahlen die Erdrinde ungehindert verlassen und in die Lufthülle eindringen können. Nun wissen wir aber, daß die einzelnen Körper diese Strahlen nur in ganz verschiedener Weise durchlassen. Wasser absorbiert sie gänzlich. Über Flüssen müßten daher Wolkenlücken sein. Wenn dieses Phänomen der Abbildung der Wasserläufe trotzdem nur selten rein zur Beobachtung gelangt, so liegt es daran, daß ja die gebildeten Wolken durch Luftbewegungen von ihrer Geburtsstätte weggeführt werden, und andererseits die Luftionen ja nicht die ausschließlichen Kondensationskerne darstellen. Als solche können sie nur in absolut reiner Luft wirken, da ja sonst sich auch die Staubteilchen an dieser Aufgabe beteiligen. Wenn wir nun die Annahme machen, daß der Rutengänger auf solche durchdringende Strahlen empfindsam sei, und daß er quantitative und qualitative Änderungen wahrnehmen kann, so haben wir eine ganz plausible und brauchbare Arbeitshypothese gewonnen, die auch noch durch andere Tatsachen gestützt wird. Es ist ja bereits früher darauf hingewiesen worden, daß der Rutengänger auch die chemische Natur der unterirdischen Körper feststellen kann. Es ist nun interessant, daß diese durchdringenden Strahlen von den verschiedensten Körpern in ihrer Wellenlänge verändert werden, wenn sie den Körper auf ihrem Wege zur Erdoberfläche durchdringen müssen. Es treten nämlich Sekundärstrahlen auf, welche den charakteristischen Stempel des durchdrungenen Objektes in ihrer Wellenlänge aufgeprägt haben. Mosely hat auf Grund dieser Tatsache im Jahre 1914 die Elemente nach diesen Atomspektren neu gruppiert. Wir hätten also in dieser zweiten Tatsache auch eine Möglichkeit, uns das Erkennen der chemischen Natur des Objektes seitens des Rutengängers zu erklären.

Aber auch eine Reihe anderer Feststellungen spricht zugunsten dieser Hypothese. So hat Ambronn[1]) vergleichende Feststellungen über Wünschelrutenreaktionspunkte und sonstigen physikalischen Änderungen gemacht. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Rutenreaktionen immer an geologisch merkwürdigen Punkten auftreten und daß an solchen Stellen auch die radioaktiven Zustandsgrößen eine ausgiebige Veränderung erfahren. Trägt man beides untereinander in graphischer Form auf, so erhält man in den beiderseitigen Schwankungen eine sehr schöne Übereinstimmung. Auch das würde auf die Strahlungshypothese hinweisen.

Vor ganz kurzer Zeit sind nun von Haschek[2]) im II. physikalischen Institut der Wiener Universität eine Reihe interessanter Versuche mit dem Rutengänger Waagen, Chefgeologe der Geologischen Reichsanstalt zu Wien durchgeführt

[1]) Zur physiologischen Mechanik der Wünschelrute. Schriften des deutschen Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage. München.

[2]) Uraniavortrag Wien, 1919.

[3]) Zur Klärung des Problemes der Wünschelrute. Umschau der Chemikerztg. Cöthen 1914.

[1]) Objektives von der Wünschelrute. Die Umschau, 1920, Heft 13.

[2]) Ein Beitrag zur physikalischen Erklärung des Wünschelrutenproblems. Die Naturwissenschaften, 1921, Heft 51.

worden. Die mit den nötigen Kontrollmaßnahmen versehenen Experimente zeigten, daß der Rutengänger auf Änderungen des elektrischen Feldes der Erde reagiert. Dort wo die Stromlinien verdichtet würden, trete die Reaktion ein; das ist aber nur dort der Fall, wo in einem Gebiete schlechterer Leitfähigkeit ein besserer Leiter eingeschlossen ist. Auch diese Angaben würden mit den Befunden von Ambronn übereinstimmen, da ja die radioaktiven Zustandsgrößen mit dem elektrischen Verhalten des betreffenden Erdpunktes in einem innigen Zusammenhange stehen.

Es ist auch interessant, daß die eigentliche Rutenreaktion schon vor den Grenzen des wirkenden Körpers erfolgt. Die beigegebene Abb. 2 soll dies illustrieren. A B sei eine unterirdische Wassermenge. Die Linie C A' B' D stelle den Erdboden vor. Der Rutengänger gehe in der Richtung des Pfeiles von links nach rechts. Die Rute befinde sich in der Höhe der Linie 1, 2, 3, ... 8, und die Zahlen mögen verschiedene Momente der Begehung darstellen, mit den jeweiligen

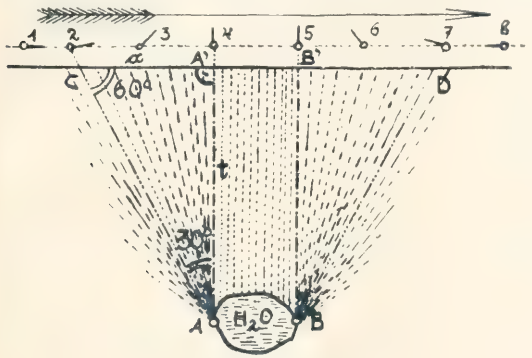


Abb. 2. Schema zur Wünschelrutenreaktion.

Momentphotographien der Rutendrehung. Bei 1 ist die Rute noch horizontal, d. h. sie ist noch in der Ausgangsstellung, der Rutengänger hat noch keine Reaktion erhalten. Bei 2 kommt er bereits in den Wirkungsbereich des Wassers, die Rute beginnt ihre Aufwärtsdrehung. Diese schreitet fort, eine Mittelstellung ist 3 und endlich bleibt sie stehen. Nun weiß der Rutengänger, daß er über der Grenze des Objektes steht. Die Rute hat dabei eine Drehung von 90° gemacht; aus der Größe dieses Winkels schließt der Sensitive, daß er z. B. über Wasser ist. Die vertikale Stellung wird von der Rute so lange beibehalten, d. h. der Rutengänger hält die Rute so lange ruhig, bis er wieder aus dem Bereich des Wassers kommt. Erst dort, in unserer Figur Punkt 5 beginnt wieder die Bewegung.

Es sei im Anhange erwähnt, daß der Rutengänger auch Tiefenangaben machen kann. Diese beruhen vielfach darauf, daß der Schwellenwert der Erregung bei einer bestimmten Einfallsrichtung der Strahlen — etwa bei 60° — liegen dürfte, wie eine Reihe gelungener und richtiger Bestimmungen zu zeigen scheinen. Dadurch kann die Entfernung, die vom Beginn der Rutenreaktion bis zu ihrer Vollendung durchschritten wurde, zu der Tiefe in eine bestimmte Relation gesetzt werden. Wir sehen auch hier theoretisch noch nicht ganz klar, wenn auch die Tatsachen nicht mehr geleugnet werden können.

Den Ausschlag, welchen die Rutengänger über den unterirdischen Objekten erhalten, nennt man auch natürlichen Ausschlag, im Gegensatze zum suggestiven, der auftritt, wenn sich der Rutengänger einbildet über einem solchen zu sein. Dieser suggestive Ausschlag tritt gerne bei minder geübten und sehr unkritischen Rutengängern auf. Und diese Erscheinung lenkt unsere Aufmerksamkeit auf die psychischen Einflüsse hin. Suggestive Einflüsse sind es auch, welche dem Rutengänger ein bestimmtes Material, eine bestimmte Rutenform und eine bestimmte Haltung vorschreiben. Wenn er glaubt, nur mit einer Holzrute, an der eine Kugel hängt, und nur bei Haltung im Untergriff Wasser zu finden, so wird er auf dieses nicht reagieren, wenn er sie anders erfaßt, oder die Kugel fehlt. Und so wie eine Hysterische unter dem Einflusse ihrer Suggestionen die unglaublichsten Krankheitserscheinungen produziert, so kann auch der Rutengänger allerlei aufführen, wenn er einer entsprechenden Vorstellung gegenübersteht.

Wir haben früher festgestellt, daß es unter der Einwirkung der Substanzen beim Rutengänger zu einer charakteristischen Muskelbewegung kommt. Die Verknüpfung des unbewußt bleibenden Reizes mit der Muskelbewegung ist schon ein psychischer Akt. Dies erkennen wir daraus, daß der Sensitive nicht alle Substanzen erkennen kann, sondern nur solche, über denen er geübt. Mit anderen Worten: soll ein Rutengänger zum Wassersucher ausgebildet werden, so muß er vorher öfters über Wasser gegangen sein und den Ausschlag probiert haben. Die wiederholte Beeinflussung hat endlich in irgendwelchen Nervenzellen eine Veränderung zurückgelassen — ein Engramm im Sinne Semons — welches zusammen mit dem Bilde der Muskelbewegung fixiert wird. Kommt der so vorbereitete Rutengänger neuerlich über Wasser, tritt also ein für ihn bereits bekannter Reiz auf, so tritt auch die zugeordnete Muskelbewegung in Erscheinung. Ob diese das erstemal zufällig bestimmt war, oder aber eine bewußte oder unbewußte Nachahmung der Bewegung anderer war, mag wohl in jedem einzelnen Fall speziell zu untersuchen sein. Übt sich der Sensitive so auf verschiedene Substanzen ein, so wird er sie im Terrain unterscheiden

können. Und so wie etwa ein Hund dressiert werden kann auf einen bestimmten Ton durch einen Reifen zu springen, auf einen anderen aber eine Leiter zu ersteigen, so dressiert sich der Rutengänger durch Übung auf verschiedene, allerdings meist unbewußt bleibende Reize mit verschiedenen Bewegungen zu antworten.

Da nun diese mit dem Reiz in keinem ursächlichen Zusammenhang stehen, sondern mit diesem nur durch Assoziation künstlich verknüpft erscheinen, so wird es uns verständlich, daß die Drehung auch realisiert werden kann, wenn der Originalreiz fehlt. Wird eben durch die Erwartung das Engramm ekphoriert, so kommt auch die Zuordnung zum Vorschein.

Eine weitere Stütze dieser Auffassung ist es, daß der Ausschlag in seiner Größe willkürlich geändert werden kann. Wenn der Sensitive sich vornimmt, bei Wassernähe eine andere Bewegung auszuführen, die frühere dafür zu unterlassen, und dieses über Wasser einübt, so kommt eine neue Assoziation zustande, welche dazu führt, daß in Hinkunft nur mehr die neue Bewegung realisiert wird.

Gerade aber die psychischen Komponenten zeigen uns Fehlerquellen, die in der Praxis schwer zu meiden sind. Und die Tatsachen bestätigen diese Skepsis. Speziell die im vergangenen Jahre vom internationalen Verein der Wünschelrutenforscher in Bad Pyrmont veranstaltete Tagung hat für die Rutenverwendung ein Fiasko ergeben. Es gibt bestimmt einzelne sehr verläßliche Rutengänger, aber im allgemeinen können wir schließen, daß die Rutenfrage wohl ein den Theoretiker, nicht aber den Praktiker interessierendes Gebiet darstellt.

Rekapitulieren wir, was wir momentan von der Wünschelrute eigentlich wissen, so ergibt sich herzlich wenig. Es existieren einzelne Individuen, welche von unterirdischen Objekten in einer eigenartigen Weise beeinflußt werden. Diese Tatsache ist uns heute nicht mehr wunderbar. Hat uns doch die Forschung der letzten Jahre gezeigt, daß unser Leben viel mehr unter dem Einfluß von Wetter, Klima und Boden steht, als wir es bis jetzt glauben wollten. Diese Beeinflussung äußert sich in einer assoziativ verknüpften Muskelbewegung, oder bei Hochsensitiven in einer Empfindung. Ein Ausschlag kann aber auch durch Suggestion seitens des Rutengängers entstehen und dieser suggestive Ausschlag bildet eine der schwersten Fehlerquellen für die Praxis. Die Natur, die Art, und der Ort der Beeinflussung des Rutengängers ist aber noch unbekannt.

Über das Vorkommen von Trypanosomen bei unseren heimischen Wirbeltieren und etwas über ihre Kultur auf künstlichen Nährböden.

Von cand. zool. **Otto Nieschulz.**

Mit 4 Abbildungen.

Fast allgemein trifft man, vielfach auch in zoologischen Kreisen, auf die Ansicht, daß die Trypanosomen fast ausschließlich Blutparasiten tropischer und subtropischer Tiere sind und bei uns nur ganz ausnahmsweise auftreten. Für die pathogenen, wirtschaftlich wichtigen Arten (Erreger der Schlafkrankheit, Ngana, Surra, des Mal de Caderas usw.) trifft dies zwar zu, aber neben diesen findet man noch nicht-pathogene Vertreter der Gattung auch bei unseren Wirbeltieren in weiter Verbreitung. Auf das Vorkommen dieser interessanten Parasiten in unserer Heimat aufmerksam zu machen und etwas über die neueren Ergebnisse der Züchtung mitzuteilen, soll der Zweck dieser Zeilen sein.

Aus Deutschland selbst liegen bisher nur wenige Beobachtungen über Trypanosomen vor, aus anderen europäischen Ländern teilweise erheblich mehr. Aber auch unter Berücksichtigung dieser Befunde läßt sich nur ein sehr lückenhaftes Bild von ihrer wirklichen Verbreitung gewinnen, da noch kaum systematische Untersuchungen an einem größeren Material unternommen sind, sondern es sich meist nur um Gelegenheitsbeobachtungen handelt. Immerhin werden auch schon die angeführten Beispiele zeigen, daß bei uns diese Parasiten recht häufig vorkommen.

Wie bereits erwähnt, sind die pathogenen Trypanosomen meist auf die wärmeren Gegenden beschränkt. Die einzige Ausnahme bildet das *Trypanosoma equiperdum* Doflein, der Erreger der Beschälseuche oder Dourine der Pferde. Durch die großen Pferdeverschiebungen der Kriegs- und Nachkriegszeit wurde diese Krankheit auch in unsere Heimat und einige Nachbarländer verschleppt, wo sie zurzeit glücklicherweise nur regional verbreitet ist. Da die Übertragung nur durch den Koitus ohne Vermittlung eines Zwischenwirts geschieht, so läßt sich die Seuche, wenn sie richtig erkannt ist, durch Ausschluß der erkrankten Tiere von der Zucht verhältnismäßig leicht unterdrücken.

Die nicht-pathogenen Trypanosomen treten im Blut ihrer Wirte nie in solcher Menge auf wie die pathogenen Arten, meist lassen sie sich überhaupt nur schwer nachweisen. Im Nativpräparat kann man die lebenden Flagellaten durch ihre schlängelnde Bewegung und die Unruhe, die sie

unter den Blutkörperchen hervorrufen, noch verhältnismäßig leicht erkennen; man muß aber trotzdem häufig eine ganze Anzahl Präparate durchsehen, bevor man einen Parasiten zu Gesichte bekommt. Gewöhnliche Blutausstriche, bei denen ein Tropfen Blut in dünner Schicht auf einen ganzen Objektträger verteilt wird, sind bei der Suche nach Trypanosomen im allgemeinen recht ungeeignet, während bei der sog. Dickentropfenmethode, nach welcher man einen großen Tropfen Blut einfach auf einem Objektträger gut antrocknen läßt und das Hämoglobin der Blutkörperchen vor dem Färben mit destilliertem Wasser auszieht, die Wahrscheinlichkeit, Parasiten zu finden, natürlich bedeutend größer ist. Die günstigsten Erfolge werden zweifelsohne erzielt, indem man ähnlich wie in der Bakteriologie von dem Blute auf geeigneten Nährböden Kulturen anlegt; doch hiervon unten Näheres.

Von unseren Haustieren sind mit nicht-pathogenen Trypanosomen Rind und Schaf recht häufig infiziert, dieses mit dem *Trypanosoma melophagium* Flu, jenes mit *T. theileri* Bruce; von den kleinen Säugern besonders die Nagetiere und unter diesen vor allem die Haus- und Wanderratten — mit *Tryp. lewisi* Kent —, bei denen sie fast überall und meist in beträchtlicher Anzahl vorkommen. Ferner sind als Wirtstiere bekannt geworden: Feld- und Waldmäuse, Garten- und Siebenschläfer, Hamster, Kaninchen, Ziesel, dann noch Dachs und Maulwurf und schließlich verschiedene Fledermausarten.

Die Vögel scheinen noch häufiger infiziert zu sein als die Säugetiere. Über 150 Arten sind bislang als Wirtstiere bekannt, aber trotzdem stellt diese Zahl sicher nur einen kleinen Prozentsatz der wirklich infizierten Vögel dar, wie sich schon daraus ersehen läßt, daß von neun Vogelarten, bei denen ich während eines Studienaufenthaltes auf der Biologischen Anstalt Helgoland diese Parasiten fand, sechs als Trypanosomenträger noch nicht bekannt waren (Nieschulz, O., Tijdschr. v. Diergeneeskd., Bd. 48, 1921).

Unter den Vögeln hat man bei den Sängern die meisten Trypanosomen gefunden, in Europa bisher bei etwa 40 Arten. So bei einer Anzahl Finken, Drosseln, Rotschwänzen, Rotkehlchen, Würgern, Meisen, Bachstelzen, Grasmücken, Fliegenfängern, Schwalben, Zaunkönig, Steinschmätzer, Sperling, Häher, Rabe u. a. m. Aus anderen Ordnungen z. B. ferner noch bei Eulen, Falken, bei der Nachtschwalbe, dem Wiedehopf und der Schnepfe. Im Blut unseres Hausgeflügels hat man noch keine Trypanosomen angetroffen, obwohl sie in tropischen Gegenden mehrfach beobachtet wurden.

Unsere heimischen Reptilien haben sich, wie bereits erwähnt, bis jetzt noch als trypanosomenfrei erwiesen. Bei ihnen ist allerdings auch in den Tropen nur vereinzelt eine Infektion vorgefunden worden.

Von den Amphibien findet man beim braunen Grasfrosch seltener, beim grünen Grasfrosch fast immer Trypanosomen. In manchen Gegenden ist es überhaupt kaum möglich, von diesem parasitenfreie Exemplare für Infektionsversuche zu erlangen. Sonst hat man noch beim Laubfrosch — in Portugal — Trypanosomen nachgewiesen.

Die Fische endlich beherbergen wieder recht häufig Trypanosomen. Diese sind im Gegensatz zu denen der Vögel und mancher Säugetiere wegen ihrer verhältnismäßig großen Anzahl im Blut im allgemeinen leicht aufzufinden.

Bei Untersuchungen im Hamburger Hafen fand ich dort ungefähr die Hälfte der Flußbarsche, die meisten Aale, eine Anzahl Flundern und zwei von drei Hechten infiziert. Außer diesen sind noch als Trypanosomenträger bekannt geworden: Karpfen, Goldfisch, Karausche, Schleie, verschiedene Weißfische, Schlammpeitzger, Bartgrundel, Quappe u. a. m.

Aus Meeresfischen sind ebenfalls zahlreiche Trypanosomen beschrieben worden. Merkwürdigerweise habe ich auf Helgoland bei einem großen Material von Pleuronektiden, Rochen und Haien, das mir dort zur Verfügung stand und bei denen sonst recht häufig Trypanosomen gefunden sind, kein einziges infiziertes Exemplar angetroffen.

Bereits oben ist schon darauf hingewiesen, daß sich die Trypanosomen, ähnlich wie es von den Bakterien bekannt ist, auf künstlichen Nährböden leicht züchten lassen. Dies gilt jedoch nur für die nicht-pathogenen Arten, während man bei den pathogenen Formen hierbei auf große Schwierigkeiten stößt. Immerhin liegen auch für diese schon einige günstige Resultate vor.

Als Nährmedium benutzt man zunächst meist entweder sog. Blutbouillon, ein Gemisch von etwa gleichen Teilen einer Nährbouillon und defibrinierten Blutes, oder Blutschrägagarkulturen, bei denen zu der Nährbouillon noch ungefähr 2 Proz. Agar-Agar hinzugefügt sind. Um den Agar zu lösen, wird dieser letzte Nährboden, bevor man das Blut dazu gießt, erwärmt. Das Ganze läßt man dann in schräger Schicht in einem Reagenzglas erstarren und wartet mit dem Impfen, bis sich reichlich Kondenswasser ausgeschieden hat. Hierin wachsen dann die Trypanosomen. Bei den Blutbouillonkulturen vermehren sich die Flagellaten auf der Oberfläche der Blutkörperchenschicht und zwar so schnell, daß man sie bereits nach einer Woche vielfach schon makroskopisch als feinen, weißlichen Belag erkennen kann.

Nöller gebührt der Verdienst, durch Einführen des sog. Plattenverfahrens die Züchtungstechnik erheblich vervollkommnet zu haben (Nöller, W., Arch. für Schiffs- und Trop.-Hyg. Bd. 21, 1917). Er verwandte einen festen Nährboden von ähnlicher Zusammensetzung wie bei den erwähnten Blutschrägagarkulturen, mit welchem der Boden einer hohen Petrischale bedeckt wird, während in die Deckelschale, nachdem das Gefäß natürlich vorher umgekehrt ist, eine Sublimatlösung gegossen wird, welche die Kultur gegen Verdunsten schützt und zugleich ein Ein-

dringen von Keimen verhindert. Auf der Unterfläche des Nährmediums wird eine dünne Schicht Kondenswasser ausgeschieden, in der die Trypanosomen günstige Wachstumsbedingungen vorfinden. Wenn man für ein rechtzeitiges Überimpfen der allmählich degenerierenden Kultur auf eine neue Platte sorgt, kann man die Trypanosomen auf diese Weise unbegrenzt halten; ich selbst züchte einige Stämme so schon beinahe zwei Jahre lang fort.

Wenn man die Trypanosomenmasse in Form eines geraden Striches auf die Kulturplatte aufträgt, so sieht man bei vielen Arten bald Ausläufer von dieser Mittellinie hervortreten, die, da ihre Gestalt konstant ist, für die systematische Abbildungen die Mannigfaltigkeit der Wachstumsformen demonstrieren.

Manche Trypanosomen wachsen überhaupt ohne jede Ausläuferbildung, so z. B. das aus dem Frosch und vom Hühnerhabicht (Stamm Mayer). Auch einige Fischtrypanosomen, deren Plattenkultur mir bei Verwendung einer leichten Modifikation des Ponselleschen Nährbodens gelungen ist, bilden keine Ausläufer.

Die Ausläufer selbst können nun ihrerseits beim Rindertrypanosom (*Tryp. theileri*) beispielsweise sehr fein, dichtstehend und verhältnismäßig kurz sein (Abb. 1), beim Kreuzschnabeltrypanosom (Stamm Nöller) sind sie auch kurz, dafür aber ganz plump. Das Singdrossel- und das Ring-

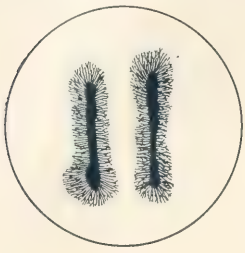


Abb. 1.
Kultur des *Trypanosoma theileri*.
$^2/_3$ nat. Gr. Orig.

Abb. 2.
Kultur des Kreuzschnabeltrypanosomas.
$^2/_3$ nat. Gr. Nach Nieschulz (1921).

Abb. 3.
Kultur des Singdrosseltrypanosomas.
$^2/_3$ nat. Gr. Nach Nieschulz (1921).

Abb. 4. Kultur des Ringdrosseltrypanosomas.
$^2/_3$ nat. Gr. Nach Nieschulz (1921).

drosseltrypanosom (Abb. 3 und 4) zeigen lange schlanke Ausläufer in verschiedener Gestalt.

Nöller hat bereits von der Wachstumsform Gebrauch gemacht, um zwei Trypanosomen zu identifizieren. Es gelang ihm nämlich, aus *Tabanus glaucopis* ein Trypanosom zu züchten, dessen Kulturform der des nicht-pathogenen Rindertrypanosoms völlig glich. Hieraus folgerte er, daß die Tabanide der Überträger des Parasiten sei, ein Schluß, der um so berechtigter war, als die beiden Flagellaten auch morphologisch in der für das *Tryp. theileri* typischen knöpfchenförmigen Verdickung des freien Geißelendes übereinstimmten.

Ich habe hier nur die Bedeutung des Plattenzüchtungsverfahrens für die Trypanosomensystematik hervorgehoben. Durch die Möglichkeit, reine Flagellatensubstanz fast ohne Beimengung von Sera zu gewinnen, wird ihm eine große vielseitige Bedeutung zukommen. Doch hierüber liegen bislang noch kaum Untersuchungen vor.

Unterscheidung verschiedener Spezies von großer Bedeutung sind und dies um so mehr, als morphologische Unterschiede nur selten vorhanden sind. An anderer Stelle habe ich dies für einige Vogeltrypanosomen dargelegt (Arch. f. Protistenkunde; im Druck), hier möchte ich nur an einigen

Bücherbesprechungen.

Laue, Dr. M. v., Die Relativitätstheorie. 2. Band, 276 S. Braunschweig 1921, Fr. Vieweg & Sohn. Preis geb. 23 M. und Teuerungszuschlag.

Dieser zweite Band behandelt die allgemeine Relativitätstheorie und Einsteins Lehre von der Schwerkraft. Er will eine streng wissenschaftliche Darstellung des Themas

vom Standpunkte des Physikers aus geben, denn der Verf. glaubt mit Recht, daß nur dieser die Schwierigkeiten ganz nachempfinden kann, die die große Mehrzahl seiner Fachgenossen zurzeit noch von der allgemeinen Relativitätstheorie fernhält. Besonderer Wert ist auf die Zusammenstellung der mathematischen Hilfsmittel gelegt, da die Ursache für die zögernde Haltung der Physiker vor allem in der ungenügenden Bekanntschaft mit nichteuklidischer Geometrie und der zugehörigen Tensorrechnung erblickt wird. Sollte sie aber nicht viel mehr in der unzureichenden Begründung der dem normalen Denken zuwiderlaufenden Prinzipien und Postulate Einsteins, insbesondere seiner allzu kühnen Deutung des Michelsonschen Versuchs zu suchen sein? Was v. Laue an einer Stelle über Gerber sagt (der bekanntlich die auch von Einstein benutzte Formel für die Perihelbewegung des Merkurs bereits lange vorher aufgestellt hat), daß nämlich „die physikalischen Vorstellungen, mit denen Gerber seinen Potentialansatz begründen will, soweit sie nicht überhaupt gänzlich verschwommen sind, vollständig falsch angewandt sind", ist ein Urteil, das der Physiker m. E. vor allem über Einstein selbst fällen müßte. Denn die sog. allgemeine Relativitätstheorie Einsteins ist durchaus nicht als systematische Weiterentwicklung der speziellen Relativitätstheorie aufzufassen. Sie bedeutet vielmehr die Erkenntnis der Undurchführbarkeit der letzteren und einen Rückzug ins Unfaßbare und Verschwommene. — Sehr gering denkt v. Laue über die älteren mechanischen Deutungen der Schwere. „Seit freilich die Relativitätstheorie uns gelehrt hat, daß der leere Raum von allem Substantiellen, auch vom „Äther", völlig frei ist, müssen alle diese mechanischen Theorien als überholt gelten." Wie ein Physiker so etwas schreiben kann, ist mir nicht recht faßlich. In Wirklichkeit ist der Zusammenhang doch wohl ein gänzlich anderer. Die Relativitätstheorie, namentlich das etwas voreilig aufgestellte „Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit relativ zu beliebig bewegten Beobachtern", das lediglich mathematisch, aber nicht physikalisch denkbar ist, war allerdings mit dem Äther nicht vereinbar. Da der substantielle Charakter des „leeren" Raumes sich aber doch in allerlei Kraftwirkungen offenbarte, die sich nicht gut wegleugnen ließen — man denke nur an den Versuch von Sagnac — führte Einstein das Schwerkraft-Trägheitsfeld ein. Hierbei scheint ihm nun allerdings eine wirklich wertvolle Entdeckung gelungen zu sein, die jedoch im Grunde mit der Relativität nichts zu tun hat und die die etwas dunkle Bezeichnung des „Äquivalenzprinzips" erhalten hat. „Es ist dieselbe Eigenschaft der Körper, welche sich entweder als Trägheit oder als Schwere äußert." Dieser Satz enthält einen gewiß recht wertvollen Gedanken, der aber mit der Relativität nichts zu tun hat. Wenn v. Laue nun weiter sagt: „Darin besteht Einsteins Lösung für das „Rätsel von der Schwerkraft", so erkennt man darin doch wohl eine allzu große formalistische Genügsamkeit. Mir scheint die Einsteinsche Idee überhaupt erst fruchtbar zu werden, wenn man sie nicht aus abstrakten, relativistischen Ideen über Beobachterstandpunkt und Betrachtungsart ableitet, sondern anschaulich aus der verachteten Ätherwirbeltheorie deutet. Die Masse als Zentrum einer wirbelartigen Ätherströmung kann man dann nämlich als einen in den Fluß des Äthers eingeschalteten Widerstand auffassen. Ist nun die Schwere (wie ich auf dem Jenaer Physikertage näher ausgeführt habe, vgl. die Physikalische Zeitschrift 1921, S. 636) eine irgendwie geartete Strömung im Äther, so wird sie durch den Widerstand der Masse merkbar; umgekehrt ist bei Bewegung der Masse der Ätherwiderstand als Trägheitswiderstand fühlbar. Trägheit und Schwere haben also tatsächlich die gleiche Ursache: den Widerstand der Masse im Äther. So vermag gerade der von v. Laue verachtete substantielle Äther das neue Prinzip Einsteins anschaulich zu deuten. Man erkennt auch, warum die neue Schwerkrafttheorie Einstein etwas aus der Verlegenheit helfen konnte. Er hatte in der speziellen Relativitätstheorie den Äther einfach vergessen und konnte ihn nun unter dem Namen „Schwerkraft-Trägheitsfeld" wieder einführen, ohne einen Fehler eingestehen zu müssen. Die neue Schwerkrafttheorie Einsteins scheint sich dabei an die Äthertheorie viel besser anschließen zu lassen, als die alte Schwerkrafttheorie Newtons, die der Äthervorstellung geradezu widerspricht; sie scheint Newton gegenüber also vielleicht einen Fortschritt zu enthalten. Nur die falschen Grundpostulate der beschränkten Relativitätstheorie hindern Einstein noch an der Anerkennung des substantiellen Äthers. —

In dieser Weise müßte ein Physiker m. E. Einsteins Schwerkrafttheorie behandeln. In der Darstellung v. Laues dagegen vermag ich nichts Physikalisches zu erkennen. Der Physiker hat vor dem Mathematiker und Formalisten die Waffen gestreckt. Ich vermute daher, daß der Verf. mit diesem Werke sein Ziel, die noch zögernden Physiker der Relativitätstheorie zu gewinnen, nicht erreichen wird. Fricke.

Lehmann, Ernst, Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Zweite Auflage. 122 S. mit 27 Abb. im Text. (379. Band der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt".) Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner.

Lehmanns vor dem Kriege erschienene kleine Einführung in die experimentelle Vererbungslehre liegt in zweiter Auflage vor. Die großen, in den letzten Jahren trotz des Krieges auf dem Gebiete erzielten Fortschritte bringen es mit sich, daß das Büchlein in völlig neuem Gewande erscheint. Auf wenig mehr als 100 Seiten das im Titel genannte umfangreiche Thema in allgemein verständlicher Form zur Darstellung zu bringen,

ist nicht leicht. Man darf behaupten, daß es dem Verf. trefflich gelungen ist. Das Büchlein kann als erste Einführung bestens empfohlen werden. In einer leicht faßlichen, sehr ansprechenden Form werden wir in großen Zügen mit der modernen Genetik bekannt gemacht. Daß der Verf. fast immer da, wo eine Frage besonders interessant wird, die Darstellung abbrechen muß, ist bei dem beschränkten zur Verfügung stehenden Raume nicht anders möglich. Das Gebiet ist heute bereits so umfangreich, daß es sich wohl verlohnen würde, einzelne Teilgebiete, wie z. B. den Mechanismus der Vererbung oder die Bestimmung des Geschlechtes, in der viel gelesenen Sammlung gesondert zu behandeln. Mancher, der Lehmanns Büchlein zur ersten Einführung benutzt hat, wird freilich, davon bin ich überzeugt, gleich zu einem unserer bewährten Lehrbücher, zu dem von Baur oder Goldschmidt, greifen, um sich mit den fesselnden Problemen weiter zu beschäftigen. Nachtsheim.

Wien, W., Die Relativitätstheorie vom Standpunkte der Physik und Erkenntnislehre. Vortrag gehalten im Verwaltungsgebäude der Firma Siemens u. Halske, Siemensstadt. 36 S. Leipzig 1921, Johann Ambrosius Barth. 6 M.

Das Buch ist ein erfreuliches Zeichen dafür, daß die Kritik an der Relativitätstheorie auch in den führenden Kreisen der Fachphysiker immer weitere Fortschritte macht. So wendet sich der Verf. u. a. gegen die voreilige Abschaffung des Äthers. „Der Äther, welcher als Träger der elektromagnetischen Wellen zu gelten hatte, erscheint ausgeschaltet. Es sollen sich abstrakte Größen, wie elektrische oder magnetische Kräfte mit Lichtgeschwindigkeit im Raume fortbewegen. Es scheint mir sehr fraglich, ob hiermit das letzte Wort gesprochen wurde. Die Neigung, den Äther wieder einzuführen, ist durch die Theorie der Strahlung wieder wachgerufen. Ist aber einmal der Äther wieder da, so werden die Zweifel, ob nicht doch eine Bewegung relativ zu ihm eine physikalische Bedeutung hat, nicht zum Verschwinden zu bringen sein.“ Die Bedenken des Verf.s richten sich allerdings zunächst hauptsächlich gegen die allgemeine Relativitätstheorie, während die spezielle Relativitätstheorie noch wohlwollend besprochen wird. Auf einem ähnlichen Standpunkt befand sich auch ursprünglich Lenard; er hat ihn jedoch neuerdings zugunsten einer völligen Zurückweisung der Relativitätstheorie aufgegeben. In der Tat scheint mir der Grundgedanke Einsteins mit der Äthervorstellung nicht vereinbar. Vielleicht nimmt der Verf. in einer späteren Auflage seines Buches zu dieser Kernfrage noch etwas schärfer Stellung.
Fricke.

Warburg, Prof. Dr. O., Die Pflanzenwelt. 3. Bd. Mit 10 farbigen, 18 schwarzen Tafeln und 278 Textabbildungen. Leipzig 1922, Bibliographisches Institut.

Mit diesem Bande hat Warburg sein Werk beendet. Er enthält den Rest der Dikotyledonen, von den Myrtifloren bis zu den Kampanulaten, und die Monokotylen. Die systematischen Zusammenhänge sind überall durch knappe Kennzeichnungen der Reihen und Familien hervorgehoben. Innerhalb der Familien sind, meist wiederum nach ihren Unterabteilungen gesondert, die wichtigsten Gattungen herausgehoben und an wichtigen Arten charakterisiert. Dabei ist für die Auswahl das allgemeine Interesse in biologischer, pflanzengeographischer und vor allem wirtschaftlicher Hinsicht maßgebend gewesen. Eine große Zahl von Bildern, die die vegetativen Teile, den Blüten- und Fruchtbau und die Samen wiedergeben, sowie zahlreiche Habitusdarstellungen und Standortsaufnahmen, darunter prächtige farbige, unterstützen das eingehende Studium und ergänzen den Text. Das Werk, das nunmehr fertig vorliegt, reiht sich würdig an die übrigen allbekannten Sammelwerke des Verlages an und ist auf das wärmste zu begrüßen, da es die einzige, für einen großen gebildeten Leserkreis berechnete Schilderung der gesamten Pflanzenwelt ist.
Miehe.

Rusch, F., Himmelsbeobachtungen mit bloßem Auge. 2. Aufl. mit 30 Textabb. und einer Sternkarte. Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner. 20 M.

Die Freunde der Astronomie, die keine Gelegenheit haben, den gestirnten Himmel mit einem guten Instrument zu studieren — und das ist ja die große Mehrzahl —, finden in diesem Büchlein eine Anleitung, wie man die Sternenwelt mit bloßem Auge beobachten kann. Der Verf. führt dabei auf bequemem Wege — nur die mathematischen Kenntnisse eines Primaners werden vorausgesetzt — in die Himmelskunde überhaupt hinein und gibt namentlich eine Vorstellung von den Methoden der Astronomie. Gute Abbildungen und eine Sternkarte erhöhen den Wert des faßlich und anziehend geschriebenen Buches. Miehe.

Inhalt: J. Scheminsky, Das Problem der Wünschelrute. (2 Abb.) S. 161. O. Nieschulz, Über das Vorkommen von Trypanosomen bei unseren heimischen Wirbeltieren und etwas über ihre Kultur auf künstlichen Nährböden. (4 Abb.) S. 164. **Bücherbesprechungen:** M. v. Laue, Die Relativitätstheorie. S. 166. E. Lehmann, Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. S. 167. W. Wien, Die Relativitätstheorie vom Standpunkte der Physik und Erkenntnislehre. S. 168. O. Warburg, Die Pflanzenwelt. S. 168. F. Rusch, Himmelsbeobachtungen mit bloßem Auge. S. 168.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 26. März 1922. | Nummer 13.

Zur Klärung des Ätherproblems.

Von Dr. phil. **H. Fricke.**

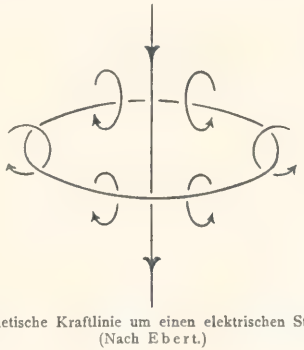
[Nachdruck verboten.]

Mit 1 Abbildung.

Der große Streit um die sog. Relativitätstheorie Einsteins hat in immer weiteren Kreisen das Interesse für das Problem des Weltäthers erweckt. Einstein wollte diesen bekanntlich kurzerhand abschaffen, ist dabei aber doch auf einen allmählich stärker werdenden Widerstand gestoßen. Die Schwierigkeiten der alten Ättertheorie, die in der Einsteinliteratur meist in sehr einseitiger Weise übertrieben dargestellt werden, haben mich nun bereits vor 17 Jahren auf einen neuen Weg zur Behandlung des Problems geführt, der sich bisher aufs beste bewährt hat und überall den einfachsten Überlegungen des gesunden Menschenverstandes entspricht. Nachdem ich auf dem Physikertage in Jena 1921 einen für engere Fachkreise bestimmten Überblick über meine Arbeiten gegeben habe (Physikalische Zeitschrift 1921, S. 636—639), sollen hier die einfachen leitenden Gedanken in ganz allgemeinverständlicher Form kurz dargelegt und ein bisher noch wenig beachteter aber allgemein gangbarer Weg zur Lösung des Problems vom Weltäther gezeigt werden.

Um eine Reihe von physikalischen Erscheinungen, wie Licht, elektrische und magnetische Fernkräfte zu erklären, hat man bekanntlich die Annahme gemacht, auch der scheinbar leere Raum sei mit einer wirksamen Substanz, die man den „Äther" nannte, erfüllt. Diese Substanz tritt uns also bald fühlbar als „Kraftfeld", bald unfühlbar als „leerer Raum" entgegen, und dieser Umstand war die Veranlassung dafür, daß man dem Äther in der Theorie widersprechende Eigenschaften gab. Man führte zwar den Äther als Substanz — etwa als Flüssigkeit, gelegentlich auch als elastischen festen Körper — in die Physik ein, behauptete aber von ihm, er müsse „reibungslos" sein, denn er setze den Bewegungen der Massen im Raume keinen Widerstand entgegen. Auf dieser Annahme beruht ja bekanntlich die Newtonsche Himmelsmechanik. Der Äther sollte also gleichzeitig Substanz und leerer Raum, Stoff und unfühlbares Nichts sein. Darin aber steckt von vorne herein ein Widerspruch, an dem die Physik seit den Tagen Newtons krankt.

Man muß also die Frage aufwerfen, ob man nicht mit einer der beiden Eigenschaften für den Äther auskommen kann. Nun liest man allgemein, selbst bei den Vorkämpfern der Ättertheorie, man dürfe dem Äther natürlich nicht die gewöhnlichen Eigenschaften eines Stoffes zuschreiben. Aber gerade hier scheint die Quelle aller Mißverständnisse zu liegen. Der Äther zeigt nämlich offenbar alle Eigenschaften einer ganz gewöhnlichen Substanz, besonders diejenigen einer normalen Flüssigkeit mit innerer Reibung. Man braucht nur einmal die Veranschaulichung der magnetischen Kraftlinie um einen elektrischen Strom zu betrachten (jeder Magnet ist ja ein Wirbel elektrischer Kraft), wie es die Abbildung zeigt, um zu erkennen, daß der geheimnisvolle Zusammenhang zwischen „elektrischer" und „magnetischer" Kraft, der angeblich jeder mechanischen Deutung spottet und dessen Verständnis sich nur dem Mathematiker mit Hilfe der „Maxwell-Lorentzschen Grundgleichungen" erschließen soll, offenbar nichts anderes ist, als die allgemein bei Flüssigkeiten bekannte innere Reibung, Zähigkeit oder Viskosität. Denn man kann die zur Veranschaulichung der magnetischen Kraftlinie



Magnetische Kraftlinie um einen elektrischen Strom. (Nach Ebert.)

verwendete Figur mit gleichem Recht auch zur Veranschaulichung von Rauchringen oder von Wellenkreisen um einen ins Wasser fallenden Stein benutzen. In der Tat hat Maxwell seine Gleichungen ursprünglich vermittels eines aus lauter Friktionsrädern, also Reibungskuppelungen, bestehenden Modells abgeleitet. Die mathematische Physik hat diese einfachen Zusammenhänge jedoch verdunkelt, da ihr nichts unsympathischer ist, als die Beschäftigung mit der Reibung. Diese wird gewohnheitsmäßig vernachlässigt, obgleich in ihr im Grunde nichts anderes als der stoffliche Zusammenhang, die Kontinuität, der Widerstand der Substanz, also allgemein die Eigenschaft des „Substantiellen" zum Ausdruck kommt. Nicht

ganz mit Unrecht meint Riedler (Wirklichkeitsblinde; Berlin 1919): „Richtige Erkenntnis der Reibung muß in ein Urbrachfeld eindringen, das seit Menschengedenken kein Forscher betreten hat. Die Physiker betreten dieses Riesenfeld überhaupt nicht, weil ihnen der schwankende, veränderliche Boden nicht paßt, der mit ihren vermeintlich „strengen" Verfahren unfruchtbar scheint."

Neuerdings hat aber doch ein Theoretiker das Problem in der hier angedeuteten Weise in Angriff genommen. Fr. Slate (California University) hat in den Philos. Mag. 1920 und 1921 eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht. Er zeigt darin (vgl. auch Phys. Ber. 1921), daß ein weitgehender Parallelismus besteht zwischen den Gleichungen der Elektronentheorie von Lorentz und der Relativitätstheorie einerseits und den Gleichungen der klassischen Mechanik, nach welchen die Bewegung einer Masse unter dem Einfluß einer konstanten äußeren Kraft und einer dem Quadrat der Geschwindigkeit proportionalen Reibungskraft erfolgt. Hier sind also die Grundlagen einer Reibungstheorie des Elektromagnetismus gegeben. Bemerkenswert ist, daß die quadratische Funktion der Geschwindigkeit sowohl bei der Flüssigkeitsreibung wie bei der Trägheitsenergie auftritt.

Außer der Reibung muß man dem Äther aber noch eine zweite Eigenschaft zuschreiben, die die Grundlage zum Verständnis der ganzen Physik bildet, nämlich eine innere ewige, unzerstörbare Eigenbewegung. Diese Bewegung ist nur zu einem Teil fühlbar und sichtbar, zum größten Teil verläuft sie unsichtbar in feinen und feinsten Wirbelbildungen. Fortwährend verwandelt sich sichtbare Bewegung in unsichtbare, grobe in feine, und umgekehrt unsichtbare in sichtbare zurück. Newton lehrte, die Ursache der Bewegung sei die „Kraft"; jetzt sehen wir, daß die Bewegung offenbar nur ihre Form ändert, die Kraft nicht die „Ursache" der Bewegung an sich sein kann. Wir können uns den Raum stetig mit dem dem fließenden Wasser vergleichbaren Äther erfüllt denken, die gröberen Strömungsfiguren mit verwickelter atomistischer Struktur erscheinen uns dann als Stoff und Materie, die feineren bei oberflächlicher Betrachtung zunächst als leerer Raum. Das ist die berühmte Ätherwirbeltheorie des Lord Kelvin, dargestellt u. a. in dem Buche von Lodge, der Weltäther (Braunschweig 1911), hier aber noch mit einer wesentlichen Erweiterung. Indem man nämlich die allen physikalischen Erscheinungen zugrunde liegende Ätherbewegung als unveränderlich betrachtet, gelangt man zu einer viel einfacheren Ätherkinematik, als bei Anwendung der Newtonschen Mechanik, in der die Bewegungsgröße noch für veränderlich gehalten wird. Das einfachste ist offenbar, einem jeden punktförmigen Teilchen des Äthers die gleiche absolute Eigenbewegung, die von der Größenordnung der Lichtgeschwindigkeit sein muß, zuzuschreiben, und man erhält so eine Anschauung, aus der man alle diejenigen Erscheinungen ableiten kann, zu deren Begründung Einstein das logisch unhaltbare Gesetz von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit relativ zu beliebig bewegten Beobachtern und Minkowski das vierdimensionale Raumzeitkontinuum erfunden hat. Daß es sich bei dem Gedanken, die Physik aus einer gleichartigen unzerstörbaren und unveränderlichen Urbewegung des Äthers oder aller Raumpunkte abzuleiten, um einen gangbaren Weg handelt, zeigt eine neue Arbeit O. Wieners über „Das Grundgesetz der Natur und die Erhaltung der absoluten Geschwindigkeiten im Äther", die kürzlich in den „Abhandlungen der sächs. Akademie d. Wissenschaften" Bd. 38, H. 4 erschienen ist. — Eine sehr interessante und ausbaufähige anschauliche Ableitung der elektromagnetischen Erscheinungen aus der Ätherwirbeltheorie hat neuerdings C. Westphal in einer kleinen Schrift „Wirbelkristall und elektromagnetischer Mechanismus", Braunschweig 1921, gegeben.

Wir schreiben der Ursubstanz der Welt also zwei Eigenschaften zu. Erstens soll sie eine ewige unzerstörbare innere Bewegung besitzen, also die kinetische Energie eines jeden Raumpunktes soll konstant bleiben. Zweitens soll sie einen inneren Zusammenhang, eine Art Zähigkeit, Viskosität oder innere Reibung besitzen. Wie hier im einzelnen nicht weiter ausgeführt werden kann (ich verweise zur eingehenden Begründung auf meine älteren, vor allem die bei Heckner in Wolfenbüttel erschienenen Arbeiten über Äther und Schwerkraft, besprochen u. a. in dieser Zeitschrift, Jahrg. 1920, S. 158), genügen diese beiden Grundannahmen tatsächlich, ein anschauliches Bild der ganzen Ätherphysik einschließlich der als Ätherwirbel aufgefaßten wägbaren Atome und Substanzen zu geben. Es scheint aber in der ganzen theoretischen Physik das Vorurteil zu bestehen, Reibung und Erhaltung der Geschwindigkeit seien nicht miteinander vereinbar. Und doch lehrt schon das Energieprinzip das Gegenteil. Wir beobachten allerdings, daß beispielsweise beim Bremsen durch Reibung Bewegung großer sichtbarer Körper verzögert oder vernichtet wird. Wir wissen aber längst, daß in demselben Umfang die innere Bewegung der Atome wächst. Wenn also die Reibung eine Eigenschaft der ewig bewegten Weltsubstanz ist, so bedeutet das nichts weiter, als daß diese Bewegung ständig ihre Form wechselt. Haben sich also größere sichtbare Strömungsfiguren, Wirbel od. dgl. gebildet, so werden diese sich allmählich in immer feinere Bewegungsformen auflösen, die sich nach allen Seiten im Raume ausbreiten oder wie man sagt „ausgestrahlt" werden. Das ergibt dann die allmähliche Entwertung der Energie, die die Entropielehre behauptet, und die wir auch tatsächlich in vielen Fällen beobachten können. Wenn nun aber der Äther wirklich eine kontinuierliche Substanz mit überall unveränderlicher Bewegung ist, so ergibt

sich ganz von selbst, daß diese Entwicklung nicht so einseitig vor sich gehen kann, wie es meist dargestellt wird. In demselben Maße, wie die Strömungsfiguren zerfließen, müssen sich auch wieder neue bilden. Diese energiesammelnden, aufbauenden Kräfte oder Ätherströmungen sind im physikalischen Weltbilde bisher unbeachtet geblieben. Nun scheint aber die Schwerkraft nichts weiter zu sein, als eine feine durchdringende Ätherströmung, die an einzelnen Stellen im Raume zusammenfließt und dort scheinbare Quellpunkte, die Massen, bildet. Sowohl die atomistische Schwerkraftlehre des Le Sage wie auch die Anschauung des gerade von den Relativitätstheoretikern besonders geschätzten Mathematikers Riemann stimmen mit dieser Auffassung überein. Man erhält so das Weltbild nicht als reibungslose Bewegung von unwandelbaren, ewigen Massen, sondern als ein fortgesetztes Entstehen, Umwandeln und Vergehen von Strömungsgebilden, die uns als Massen erscheinen. Wir beobachten einen ewigen Kreislauf der Dinge, bei dem das Einzelne vergeht, das Ganze aber bleibt. Diese Anschauung knüpft die Physik der Materie in viel natürlicherer Weise an die Lebenserscheinungen an, als die alte mechanistische Auffassung. Aber auch die unhaltbare Lehre von der fortwährenden Erkaltung aller Gestirne findet endlich ihre Widerlegung. Schon 1869 hatte Leray die Konstanz der Sonnenwärme aus der Schwerkrafttheorie des Le Sage abgeleitet. Neuerdings ist auch E. Wiechert auf dem Potsdamer Astronomentage für eine Erwärmung der Massen durch den Äther eingetreten (Vierteljahrsschrift der Astronomen-Gesellschaft, 1921, S. 187—191). Er nimmt an, daß die Gestirne mit zunehmender Masse nicht kälter, sondern immer heißer werden, nach ihm erfolgt die Entwicklung der Weltkörper gerade im umgekehrten Sinne, als wie man bisher annahm.

Die „Kräfte" sind also nicht die Ursachen eines Entstehens und Vergehens, sondern nur der Umformung der Bewegungen. Es gibt im Grunde nur noch eine formende und zerstörende Kraft, die sich aus dem „Zusammenhange" des Weltganzen, aus seiner „inneren Reibung" ergibt. Daß die magnetischen Kräfte als Reibung zu deuten sind, war schon erwähnt. Aber auch die Trägheit kann als Reibungswiderstand des Äthers gedeutet werden. Geht man zum hinteren Ausgang eines Straßenbahnwagens, während dieser seine Bewegung verzögert, so hat man deutlich das Gefühl, sich durch ein widerstehendes Mittel zu bewegen — oder der Schwerkraft entgegen, „bergauf" zu gehen. Denn auch die Schwerkraft läßt sich ohne weiteres als eine feine, sehr durchdringende Strömung im Äther auffassen, die uns durch eine Art von Reibung mitzureißen, gegen die Erde zu pressen sucht. So lassen sich alle Kraftlinien in Strömungslinien des zusammenhängenden Äthers auflösen, alle Kraftfelder werden Ätherströmungs- und Wirbelfelder.

Die Quelle aller Mißverständnisse ist aber die Idee der Theoretiker, der Vorgang der Reibung sei mit dem der ewigen Bewegung nicht vereinbar, obgleich wir beide Erscheinungen doch unmittelbar in der Natur beobachten, und ihre Verbindung auch der Vorstellung bei näherer Überlegung keine Schwierigkeit bereitet.

Die Wissenschaft des 18. Jahrhunderts hat uns, auf Newton fußend, die seltsame Weltanschauung des Materialismus beschert, die die Welt als ein reibungsloses mechanisches Uhrwerk, von Trägheit und Schwere gelenkt, auffaßt. Unveränderlich sollen die Massen sein, deren unerbittliche Gesetze die Welt regieren und sich in mathematische Formeln fassen lassen. Für Geist und Leben war kein Raum mehr in der Welt. Jetzt sehen wir, daß jene Anschauung von der Materie und ihren mechanischen Gesetzen nur als ein erster Versuch zu bewerten ist. Den leeren, reibungslosen Raum, auf dessen Vorhandensein die mathematischen Formulierungen Newtons beruhten, kann es gar nicht geben, wir müssen die Erscheinungen anders erklären. Die einfache Lösung ist die, daß ein „leerer" Raum dort vermutet wird, wo Bewegungen von Massen keinen Widerstand finden. Diese Erscheinung kann man nun aber auch dadurch erklären, daß man um die bewegte Materie herum ein feines Strömungs- und Wirbelfeld annimmt, in dem gleichviel hemmende wie beschleunigende Bewegungen vorhanden sind. Zu jedem Körper gehört daher noch eine besondere Ätherströmung, sein „Kraftfeld". Jede Änderung der Bewegung bedingt eine Umformung dieses Feldes und seiner Strömungen, die wir als Arbeitsleistung und Trägheitswiderstand empfinden. Die Atome der Materie sind, dabei als Wirbel im Äther, richtiger als Zentren der Wirbelfelder, aufzufassen. Von den Luftwirbeln wissen wir, daß sie durch eine scheinbar ruhende Umgebung fortschreiten, so daß eine Windhose oft auf der einen Seite eines Baumes die stärksten Zweige zerbricht, auf der anderen Seite alles unberührt läßt. Gleichwohl ist in der umgebenden Luft eine „Spannung", die dem Wirbel die Kraftströme zuführt, die ihn scheinbar widerstandslos durch die Luft fortschreiten läßt. In ähnlicher Weise bleibt auch der größte Teil des Äthers in der Umgebung der Wirbelatome in Ruhe, nur ein feines Kraft- oder Spannungsfeld begleitet sie, erst im Zentrum, im „Wirbel", von fühlbarer Gewalt.

Der Äther ist als Trägheitswiderstand also überall im Raume fühlbar, der „leere" Raum ist nirgends vorhanden. Der Eindruck der Leere entsteht dort, wo sich die beschleunigenden und hemmenden Kräfte im Äther das Gleichgewicht halten. Es ist eben ein naiver Irrtum, daß der Äther stets nur als Widerstand fühlbar sein müßte. Er kann uns ja auch Kraft zuführen, uns beschleunigen. Dann muß es aber auch einen Zwischenzustand geben, wo wir den Äther nicht mehr fühlen und er uns als leerer Raum

erscheint. Das sind die besonderen Fälle, an die die Theoretiker von Newton bis Einstein anknüpfen, wenn sie ihre Theorien unter Vernachlässigung oder Ableugnung des substantiellen, realen, fühlbaren Äthers aufbauen. Äther und Materie sind in Wirklichkeit gar keine getrennten Substanzen, sondern stehen in engster Verbindung miteinander, so daß es gar nicht ohne weiteres möglich ist, eine Relativbewegung gegen den Äther willkürlich zu erzeugen. Alle angeblichen Experimente über den Äther enthalten willkürliche Annahmen — wie z. B. diejenigen von Lorentz, wonach der Äther in absoluter Ruhe verharren soll — und entbehren daher der Beweiskraft. Wer den Äther nicht im Licht, in Elektrizität und Magnetismus, in Schwerkraft und Trägheitswiderstand unmittelbar zu fühlen vermag, dem ist auch mit dem Michelsonschen Versuch nicht zu helfen, dem wird er ewig „hypothetisch" bleiben.

Die Gegner des Äthers haben eben alle fühlbaren Ätherwirkungen mit anderen Namen belegt; so hat Einstein ihn vor allem als Schwerkraft-Trägheitsfeld eingeführt. Bei Newton waren Schwerkraft und Trägheit unveränderliche Eigenschaften der Materie, auf denen sich seine abstrakte, ätherlose Himmelsmechanik gründete. Seine Ansichten über die Schwerkraft widerstrebten dem gesunden Menschenverstande, aber der mathematische Erfolg war zunächst auf seiner Seite. Man überschätzt aber dessen Beweiskraft; eine Rechnung kann nämlich auch dann ein richtiges Ergebnis liefern, wenn in ihr derselbe Fehler zweimal mit entgegengesetztem Vorzeichen gemacht wird. Das scheint nun bei Newton tatsächlich geschehen zu sein. Bekanntlich wird bei allen astronomischen Bewegungen die Wirkung der Schwerkraft durch die Trägheit ausgeglichen. Newton hat nun einerseits die Trägheitsenergie als unveränderliche, also zeitlose Masseneigenschaft angenommen, die nirgends auf Widerstand (Reibung) stoßen soll, zweitens auch die Ausbreitung der Schwerkraft als widerstands- und zeitlos betrachtet. Beides muß vom Standpunkt der Ätherphysik aus falsch sein, aber der Fehler hebt sich ungefähr heraus. Ich habe den grundsätzlichen Fehler der abstrakten Newtonschen Betrachtungsweise kürzlich in der „Astronomischen Zeitschrift" (Hamburg; Märzheft 1921) systematisch aufzudecken versucht. In der Tat geben die Newtonschen Annahmen nur ein ganz unvollständiges Bild, es ist eben nur ein mathematisches Gerippe, dem die substantielle Ausfüllung durch den Äther fehlt, und das uns die auffallendsten Wirkungen übersehen läßt, wie ich in dieser Zeitschrift (Jahrg. 1921, S. 97) in dem Aufsatz „Wind und Wetter als Feldwirkungen der Schwerkraft" zu zeigen versucht habe. Die Idee der Relativitätstheoretiker, ein dem elektromagnetischen Kraftfelde nachgebildetes „Schwerkraft-Trägheitsfeld" einzuführen, scheint mir Newton gegenüber einen Fortschritt zu bedeuten, ist aber noch längst keine Lösung des Schwerkraftproblems.

Die Frage, ob der Formalismus Newtons oder derjenige Einsteins richtiger ist, braucht hier also vorläufig nicht entschieden zu werden. Beide befinden sich mit der Äthervorstellung im Widerspruch. Es liegt vielleicht in der Natur der Sache, daß eine mathematische Theorie vor allem an diejenigen Erscheinungen anknüpft, bei denen sich die Ätherwirkungen das Gleichgewicht halten und herausheben. Und da die Welt als Ganzes im Gleichgewicht ist, müssen sich schließlich alle Ätherwirkungen herausheben. Der Theoretiker ist somit der geborene Feind des Äthers, dessen Einflüsse seine Gesetze dauernd stören. Man hat die Ätherphysik daher frühzeitig als unbequeme Störung aus der Mechanik ausgeschieden und sie in das Sondergebiet der Elektrizitätslehre verwiesen, ein Verfahren, das für den Formalismus bequem, aber doch wohl nicht allzu befriedigend ist.

Wie verhält es sich nun mit dem Haupteinwand gegen den Weltäther, den auch Möller in seinem Überblick „Vom hypothetischen Weltäther" (Naturw. Wochenschr. Jg. 1921, S. 577) hervorhebt, daß nämlich die Lichtschwingungen transversaler Natur seien, solche aber nur in festelastischen Körpern möglich wären. Hier handelt es sich ganz einfach um ein durch einseitige theoretische Betrachtungsweise entstandenes Mißverständnis. Transversale Schwingungen sind in allen Flüssigkeiten und Gasen möglich, wenn diese nur innere Reibung besitzen. (Vgl. Schäfer, Theoretische Physik 1. Bd., S. 893—894.) Indem man dem Äther die Reibung nahm, nahm man ihm alle Widerstandskraft gegen seitliche Verschiebung, alle Festigkeit. Mit dem unglückseligen Begriff der „reibungslosen" Flüssigkeit konnte man natürlich nichts anfangen. Zwischen einem festen Körper und einer Flüssigkeit mit innerer Reibung bestehen aber gar keine grundsätzlichen Unterschiede. Festigkeit ist nichts anderes als sehr große innere Reibung. So schnellen Kraftwirkungen gegenüber, wie sie bei den elektromagnetischen Schwingungen auftreten, verhält sich jede Substanz wie ein fester Körper. Hier liegt also ein vollständiges Mißverständnis vor. Im übrigen behauptet die Ätherwirbeltheorie auch gar nicht, daß es sich beim Licht um elastische Schwingungen handelt. Vielmehr nimmt man eine aus der unzerstörbaren Eigenbewegung folgende innere Wirbelstruktur der Ätherströmungen an, die rhythmisch wechselt und die — wie man schon beim fließenden Wasser beobachten kann, mit den Schwingungen eines festelastischen Körpers die größte Ähnlichkeit besitzt. Wahrscheinlich beruht die ganze Elastizität fester Körper auf einer Bewegung der Wirbelatome in ihren scheinbar elastischen Strömungsfeldern. Daher erscheinen auch die Kraftfelder und Kraftlinien, obgleich sie als Strömungs- und Wirbelfelder und -fäden des Äthers aufgefaßt werden, uns als elastisch gespannte und tordierte feste Körper. Die Ein-

führung besonderer „elektrischer" Kräfte ist im Gegensatz zu den mechanischen offenbar überflüssig. Das ist alles bei ruhiger Überlegung ganz selbstverständlich und es ist nicht recht einzusehen, warum immer wieder in der ganzen deutschen physikalischen Literatur die Legende von den unlösbaren Widersprüchen in den Annahmen über die substantielle Beschaffenheit des Äthers aufgewärmt wird. Der Äther ist eben keine ideale, theoretische, mathematische, sondern eine ganz gewöhnliche wirkliche Substanz. Was wir als Substanz in der Welt fühlen, ist stets ein Teil des Äthers.

Die größte Verwirrung ist nun neuerdings durch die mathematische Theorie von Lorentz hervorgerufen, die den Äther als absolut ruhenden festen Körper betrachtete und den — an sich ganz interessanten — Versuch machte, ihn dem absoluten Raume Newtons gleichzusetzen. Von dieser Theorie ging Einstein aus, sie scheint das einzige gewesen zu sein, was er von der Physik gekannt hat. Indem er nun — vielleicht mit Recht — den absoluten Raum Newtons bekämpfte, schüttete er das Kind mit dem Bade aus, und wollte den Äther überhaupt abschaffen. Daß man dem Äther nur die ihm von Lorentz unberechtigterweise genommene Beweglichkeit zurückgeben muß, um die Widersprüche in den Ergebnissen der optischen Versuche von Fizeau und Michelson zu beseitigen, scheint den Vertretern der Relativitätstheorie bis zum heutigen Tage nicht klar geworden zu sein. Sonst würden sie längst erkannt haben, daß der alte substantielle Äther dasselbe und viel mehr leistet, als das an seine Stelle gesetzte „Raum-Zeitkontinuum".

Denn die Behauptung von Lorentz, der Äther müsse im Weltraum als absolut ruhend betrachtet werden, entbehrt jedes Beweises. Allerdings hat Lorentz unter dieser Voraussetzung brauchbare Formeln für die Aberration entwickelt; er hat aber, worauf vor allem Gehrcke hingewiesen hat, gar nicht behauptet, daß eine Erklärung der Aberration bei Annahme eines teilweise mit der Erde bewegten Äthers nicht auch möglich sei. Andere — z. B. Stokes, Lenard, Devantier, Silberstein, neuerdings auch Vogtherr in dieser Zeitschr. Jg. 1922, S. 20 — haben die Erscheinung auch unter dieser Voraussetzung abgeleitet. Der Umstand, daß die Formeln von Lorentz vielleicht einfacher sind, beweist natürlich nicht das Geringste für ihre Richtigkeit. Die Aberration scheidet als Beweis für die absolute Ruhe des Äthers daher aus.

Was Lorentz für den absolut ruhenden Äther gehalten hat, ist wahrscheinlich das Schwerkraft-Trägheitsfeld der Erde, das mit seinen feinsten inneren Gegen- und Wirbelströmungen die scheinbar fest elastische Struktur des Äthers darstellt. Da sich dieses Feld einerseits mit der Erde bewegt, andererseits an den Bewegungen der Massen auf der Erde nur in geringem Maße teilnimmt, klärt sich der angebliche Widerspruch in den Versuchen von Michelson und Fizeau sehr einfach auf.

Die Einführung des Schwerkraft-Trägheitsfeldes in die Optik erfolgt daher viel besser im Anschluß an die Äthertheorie als auf Grund der problematischen, in sich widerspruchsvollen Relativitätspostulate Einsteins.

Es war der Zweck meiner Darlegungen, darauf hinzuweisen, daß die angeblichen Widersprüche in der Lehre vom substantiellen, realen, fühlbaren Weltäther nur in der Einbildung der Theoretiker vorhanden sind und einer ruhigen sachlichen Kritik auf der Grundlage des gesunden Menschenverstandes nirgends standhalten. Es wäre wichtig, wenn diese Auffassung in immer weiteren Kreisen bekannt würde, denn das Ätherproblem ist keine Spezialfrage der mathematischen Physik, sondern gehört allen Wissenschaften, besonders auch der Philosophie, der Biologie, der Medizin und der Theologie an. Der Streit zwischen Ätherphysik und Relativitätstheorie beleuchtet nicht nur eine einmalige gelegentliche Entgleisung der theoretischen Physik, sondern er zeigt, wie diese beim Ätherproblem seit Jahrhunderten versagt hat, wie sie mit unhaltbaren Prinzipien arbeitet. Sobald man sich darüber klar wird, daß der Satz der Theoretiker: „Die Weltsubstanz muß reibungslos sein, da sie sich in ewiger Bewegung befindet" ein verhängnisvoller Trugschluß ist, ist auch die einfache Lösung des scheinbar so verwickelten Ätherproblems klar gegeben.

Pflanzenverbreitung und vorgeschichtliche Besiedlung.

[Nachdruck verboten.] Von **E. Schalow**, Breslau.

Das Vorkommen von steppenähnlichen Pflanzengemeinschaften in Deutschland hat von jeher die Aufmerksamkeit der Pflanzengeographen auf sich gelenkt. Obwohl diese charakteristischen Pflanzenverbände in ihrem Aussehen, ihrer Zusammensetzung und in ihren Ansprüchen an Boden und Klima eine große Übereinstimmung zeigen, sind sie in der Literatur doch mit den verschiedensten Namen belegt worden, von denen ich hier nur die bekanntesten anführen möchte: Heidewiese (Südbayern), Steppenheide (Schwäbische Alb), trockene Hügelformation (Mitteldeutschland), Grastrift (Elbhügelgebiet), Formation der pontischen Hügel (Norddeutschland), Federgrasflur (Niederösterreich) u. a.[1]) Allen diesen Pflanzenbeständen ist vor allem gemeinsam, daß ihre

[1]) Vgl. J. Eichler, R. Gradmann und W. Meigen, Die pflanzengeographische Durchforschung von Württemberg. Jahreshefte des Ver. f. vaterländische Naturkunde in Württemberg. 70. Jahrg., 1914.

eigentlichen Leitpflanzen ganz vorwiegend eine im allgemeinen südöstliche, also mehr kontinentale Gesamtverbreitung besitzen; es sind sog. „Steppenpflanzen" oder pontische Gewächse. Auf die schwierige Frage nach der Einwanderung unserer Steppenpflanzen kann hier nur ganz kurz eingegangen werden. Nach den Untersuchungen von K. Bertsch[1]) sind die zahlreichen Wärmepflanzen des oberen Donaugebietes als Relikte der letzten Interglazialzeit aufzufassen. Dagegen muß die Besiedlung Norddeutschlands mit Steppenpflanzen in eine postglaziale Trockenzeit verlegt werden, die durch die gründlichen Mooruntersuchungen C. A. Webers[2]) mit einiger Sicherheit erwiesen ist. Während dieser Zeit fanden die Steppenpflanzen selbst noch im norddeutschen Flachlande geeignete Wohnplätze. Einige von ihnen konnten selbst noch bis Südschweden vordringen. Es soll damit jedoch keineswegs gesagt sein, daß das gesamte deutsche Tiefland während dieser Trockenzeit einen allgemeinen Steppencharakter angenommen hatte. Weite Strecken deutschen Bodens waren auch damals mit dichten Wäldern bedeckt und in den Niederungen wird es an Sümpfen und Mooren nicht gefehlt haben. Die Steppenpflanzen hatten sich namentlich auf kalkreicheren Böden, in den Lößlandschaften, im niederen Berglande und an den steilen Ufern der Hauptströme zu eigenartigen Pflanzenverbänden zusammengefunden, die an die weiten Steppenfluren Südrußlands erinnerten.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint nun die Frage nach der Erhaltung der licht- und wärmebedürftigen Steppenpflanzen während der Folgezeit mit ihrem kühleren und feuchteren Klima, durch welches vor allem der Waldwuchs noch mehr begünstigt wurde. Der Wald ergriff nun stellenweise auch von den bisher freien und offenen Landstrichen Besitz und drängte die Steppenpflanzen zurück. In diesem Kampfe mit dem erfolgreich vordringenden Walde erhielten nun die Steppenpflanzen an vielen Orten eine wirksame Unterstützung durch den vorgeschichtlichen Menschen, der nach der übereinstimmenden Ansicht zahlreicher Forscher[3]) während der Trockenzeit als Neolithiker eingewandert war und sich auf offenem und waldfreiem Gelände niedergelassen hatte. Durch die Tätigkeit der vorgeschichtlichen Bevölkerung blieben diese Landstriche selbst während der feuchteren Zeit vor einer allgemeinen Waldbedeckung bewahrt, so daß sich hier zahlreiche Steppenpflanzen bis auf die Gegenwart erhalten konnten. Im folgenden soll nun näher geprüft werden, inwieweit auch der vorgeschichtlichen Bevölkerung ein Anteil in der Erhaltung unserer Steppenpflanzen zuerkannt werden muß.

R. Gradmann[1]) hat m. W. zuerst einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Verbreitung unserer Steppenpflanzen und den ältesten menschlichen Siedlungsstätten angenommen. Eingehende Arealstudien im Gebiete der Schwäbischen Alb lehrten ihn, „daß die Verbreitungsbezirke der südosteuropäischen Steppenheidegenossenschaften zugleich die Stätten uralter Kultur sind" (S. 355). Ausgesprochene Steppenpflanzen wie: *Allium fallax*, *Alyssum montanum*, *Anemone silvestris*, *Asperula glauca*, *A. tinctoria*, *Aster Amellus*, *A. Linosyris*, *Rosa gallica*,[2]) *Inula hirta*, *Libanotis montana*, *Melica ciliata*, *Orobanche cervariae*, *Seseli Hippomarathrum*, *Stipa capillata*, *St. pennata*, *Thesium intermedium* u. a. bilden den Hauptbestandteil dieser Pflanzengemeinschaft, welche die sonnigen Hänge und Lehnen der Schwäbischen Alb wie mit einem bunten Teppich überzieht. Nach Gradmanns Auffassung haben diese steppenähnlichen Fluren noch niemals Wald getragen, „weil die menschliche Kultur, Karst und Pflug, die Sense und der Zahn der Weidetiere ihn daselbst nie hat aufkommen lassen" (S. 358). An anderer Stelle[3]) kennzeichnet Gradmann die Einwirkung des vorgeschichtlichen Menschen auf das heimatliche Landschaftsbild folgendermaßen: „Die erste Bevölkerung Mitteleuropas hat sich daselbst niedergelassen zu einer Zeit, als die alten Steppenbezirke mindestens noch sehr waldarm waren; sie hat diese Bezirke bald so dicht besetzt, daß auch unter dem später wieder feuchter werdenden Klima der Waldwuchs daselbst niemals überhand nehmen konnte. . . . Indem jede nachfolgende Bevölkerung sich der waldfreien Bezirke bemächtigte und sie allein besiedelte, konnte es geschehen, daß die Züge der alten Steppenlandschaft . . . bis zum Beginn des Mittelalters erhalten blieben" (S. 376). „Die Herden des vorgeschichtlichen Menschen sorgten schon von selbst dafür, daß auf den Weideplätzen kein Waldwuchs aufkam; dann und wann mag auch die Axt nachgeholfen haben, um etwaigen Waldanflug wieder zu beseitigen, er diente ja zugleich zur Feuerung." „Die alte Ursteppe wurde so ganz unmerklich zur Kultursteppe" (S. 436). Auf diesem lichten und freien Gelände inmitten dichten Urwaldes soll nun die südosteuropäische Steppenheidegenossenschaft eine Zufluchtsstätte gefunden haben. Um diesen Zusammenhang im einzelnen beurteilen zu können, ist vor allem auch eine eingehende Kenntnis der örtlichen Verhältnisse notwendig; doch auch dann bliebe der Anteil,

[1]) Vgl. K. Bertsch, Wärmepflanzen im oberen Donautal. Engl. bot. Jahrb. 55. Bd., 1919.

[2]) Vgl. C. A. Weber, Aufbau und Vegetation der Moore Norddeutschlands. Engl. bot. Jahrb. 40. Bd., 1908.

[3]) Vgl. A. Penck in Kirchhoffs Länderkunde von Europa I, 1887, S. 441. — M. C. Jerosch, Geschichte und Herkunft der Schweizerischen Alpenflora. Leipzig 1903. — H. Hausrath, Pflanzengeographische Wandlungen der deutschen Landschaft. Leipzig u. Berlin 1911.

[1]) Vgl. R. Gradmann, Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. I. Bd., 1900.

[2]) Nach J. Schwertschlager (Die Rosen des Frankenjura. München 1910) ist diese Rose durchaus den pontischen Gewächsen zuzurechnen.

[3]) Vgl. R. Gradmann, Das mitteleuropäische Landschaftsbild nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Geogr. Zeitschr. VII (1901).

den die vorgeschichtliche Bevölkerung an der Erhaltung der Steppenheidegenossenschaft haben soll, recht schwer einzuschätzen in einem Gelände, das schon von Natur aus das Vorkommen von Steppenpflanzen ungemein begünstigt. Außerdem ist stets zu bedenken, daß sich an geeigneten Örtlichkeiten Steppenpflanzen auch ganz selbständig ohne jedes Zutun des Menschen erhalten haben. Ich erinnere z. B. an das märkische Oderbruchgebiet, für das E. Wahle[1]) keine dichtere neolithische Besiedlung angibt. An den mergeligen Steilufern des märkischen Oderbruches hat sich eine reichhaltige Steppenflora bis auf den heutigen Tag erhalten können, ohne daß man eine Mitwirkung des prähistorischen Menschen anzunehmen braucht.[2]) Deshalb wird es in vielen Fällen recht schwer halten, den erhaltenden Einfluß der frühesten Bevölkerung auf die einstige Pflanzendecke überzeugend nachzuweisen.

In einer späteren Arbeit[3]) hat Gradmann noch andere Landstriche namhaft gemacht, die sich nicht nur durch einen reichen Flor von Steppenpflanzen, sondern auch durch eine frühe und dicht gedrängte dauernde vorgeschichtliche Bevölkerung auszeichnen, nämlich: das Wiener Becken, das Marchfeld, die Wachau, die Welser und Garchinger Heide, das Lechfeld, die oberrheinische Tiefebene, das Nahe- und Moselgebiet. Kritischen Einzeluntersuchungen muß es jedoch noch vorbehalten bleiben, einen direkten Zusammenhang zwischen der vorgeschichtlichen Besiedlung und dem Vorkommen der Steppenpflanzen für diese einzelnen Gebiete zu erweisen.

Für das mittelste Schlesien dürfte dieser Nachweis schon erbracht sein.[4]) Wie die zahlreichen Altertumsfunde erkennen lassen, war das mittelste Schlesien (Silingien) im Gegensatz zu den benachbarten Landstrichen von der jüngeren Steinzeit an bis in die geschichtliche Zeit ununterbrochen dicht besiedelt. Das lehrt überzeugend das zuverlässige Kartenwerk, welches Oberlandmesser Hellmich im Auftrage des Schlesischen Altertumvereins in nächster Zeit herausgeben wird.[5]) Beim Einzuge des Neolithikers hatte unsere Silingische Landschaft noch nahezu Steppencharakter. Durch die Siedlungstätigkeit des vorgeschichtlichen Menschen blieb nun unser Gebiet auch während der Folgezeit vor einer allgemeinen Waldbedeckung verschont, so daß sich Reste der einstigen Steppenvegetation bis auf den heutigen Tag erhalten konnten. Infolgedessen hat die natürliche Pflanzendecke dieses alten Siedlungslandes selbst heute noch trotz der starken Beeinträchtigung durch die neuzeitliche Kultur einen ganz eigenen Charakter. Für die Hügellandschaft der oberen Lohe (Silingische Hügel) sind u. a. bezeichnend: *Carex Michelii, Festuca vallesiaca, Verbascum phoeniceum, Avena pratensis, Asperula tinctoria, A. cynanchica, Thesium intermedium, Peucedanum Cervaria.* Andere Arten sind namentlich dem flachen, fruchtbaren Schwarzerdgebiet eigentümlich. Nach V. Hohenstein[1]) stellt unsere Silingische Schwarzerde eine dem russischen Tschernosem gleichartige Bildung dar, die jedoch in der jüngsten Vergangenheit unter einem kühleren und feuchteren Klima mancherlei Umwandlungen erfahren hat. Zu den Charakterpflanzen unserer Schwarzerde gehören deshalb neben echten Steppenpflanzen (*Astragalas danicus, A. cicer, Lavatera thuringiaca, Salvia pratensis, Lithospermum officinale, Onobrychis viciaefolia, Stachys germanica* u. a.) auch zahlreiche Hygrophyten (*Lotus siliquosus, Euphorbia villosa, Orchis laxiflora, Gentiana uliginosa, Carex aristata*), denen sich früher auch etliche Halophyten (*Glaux maritima, Triglochin maritima, Melilotus dentatus, Lotus tenuifolius*) hinzugesellten.[2]) Selbst noch das angrenzende Silingische Odertal ist durch das Vorkommen mancher anspruchsvoller Stromtalpflanzen ausgezeichnet, wie *Carex Bueki, Cerastium anomalum, Viola pumila, V. elatior, Iris nudicaulis, Hierochloa odorata* u. a., von denen nicht wenige enge Beziehungen zum Schwarzerdgebiet besitzen.[3]) Ich wüßte nicht, wie man sich die hier kurz dargelegten Verbreitungstatsachen erklärlich machen wollte, ohne auch auf die besiedlungsgeographischen Verhältnisse zurückzugreifen, da die Übereinstimmung zwischen der Pflanzenverbreitung und den ältesten Siedlungsstätten gar zu auffällig ist. Ja, wir können wohl feststellen, daß im mittelsten Schlesien die Abhängigkeit zwischen floristischen und besiedlungsgeographischen Tatsachen noch klarer zutage tritt, als im Gebiete der Schwäbischen Alb. Die flache Landschaft des zentralen Schlesiens hätte sich ohne die wirksame Tätigkeit des vorgeschichtlichen Menschen sicherlich mit einer zusammenhängenden Walddecke überzogen und von der einstigen Silingischen Steppe wäre kaum etwas erhalten geblieben. Wichtig ist noch die Tatsache, daß alle nur während der Bronzezeit vorübergehend besiedelten Landstriche keinen nennenswerten Pflanzenbestand zeigen, wie sich überhaupt die Flora der einst mit dichten Laubwäldern be-

[1]) Vgl. E. Wahle, Ostdeutschland in jungneolithischer Zeit. Würzburg 1918.

[2]) Vgl. Roman Schulz, Eine floristische und geologische Betrachtung des märkischen unteren Odertales. Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg 1916.

[3]) Vgl. R. Gradmann, Beziehungen zwischen Pflanzengeographie und Siedlungsgeschichte. Geographische Zeitschrift 1906.

[4]) Vgl. E. Schalow, Über die Beziehungen zwischen der Pflanzenverbreitung und den ältesten menschlichen Siedlungsstätten im mittelsten Schlesien. Engl. bot. Jahrb. 1921.

[5]) Über die Besiedlung Schlesiens während der jüngeren Steinzeit vgl. auch die vortreffliche Übersichtskarte bei E. Wahle a. a. O.

[1]) Vgl. V. Hohenstein, Die ostdeutsche Schwarzerde. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde 1919. Vgl. auch E. Schalow, Zur Entstehung der schlesischen Schwarzerde. Beihefte z. bot. Zentralbl. 1921, II.

[2]) Ähnliche Verhältnisse dürften auch in den übrigen ostdeutschen Schwarzerdgebieten herrschen, wie ich an anderer Stelle nachweisen werde.

[3]) Vgl. E. Schalow, Die Verbreitung der schlesischen Stromtalpflanzen. Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg. 1921.

deckten Teile der schlesischen Ackerebene durch ihre Charakterlosigkeit auszeichnet im Gegensatz zu der reicheren Pflanzendecke der alten Siedlungsgebiete.

Für das sächsische Elbhügelland hat O. Drude[1]) gleichfalls eine deutliche Übereinstimmung zwischen den Wohnplätzen der vorgeschichtlichen Bevölkerung und dem Verbreitungsgebiet der Steppenpflanzen nachgewiesen. Vor allem sind es hier die Hügel um Meißen, welche noch gegenwärtig eine reichhaltige Steppenvegetation aufweisen. Im allgemeinen sind es uns schon bekannte Formen, die im Elbgebiet wiederkehren. Als neu treten u. a. hinzu: *Ranunculus illyricus, Euphorbia Gerardiana, Campanula bononiensis, Lactuca viminea, Draba muralis.*[2]) Auch Drude betont, daß sich infolge der frühen Besiedlung der offene und freie Zustand der Landschaft erhalten konnte. Selbstverständlich ist es unmöglich, den Anteil der vorgeschichtlichen Menschen an der Erhaltung der einstigen Pflanzendecke im einzelnen genau festzulegen. Dazu müßte zunächst die Frage allseitig geprüft werden, in welchem Umfange die natürlichen Einflüsse ausreichen, um das heutige Vorkommen steppenähnlicher Pflanzengenossenschaften zu erklären.

Ganz unabhängig von Gradmann hat Hansen[3]) auch für Norwegen Beziehungen zwischen der Pflanzenverbreitung und der vorgeschichtlichen Besiedlung des Menschen aufgedeckt. In Norwegen sind die ältesten Siedlungen durch Namen mit den Endungen „vim" und „heim" charakterisiert. Diese Siedlungen decken sich auffallenderweise mit der Verbreitung einer ganz bestimmten Pflanzengenossenschaft. Hansen nennt sie Origanum-Formation. Dazu gehören: *Origanum vulgare, Libanotis montana, Campanula Cervicaria, Aquilegia vulgaris, Artemisia Absinthium,*[4]) *Avena pratensis* u. a. Es ist mithin eine Gruppe wärmeliebender Gewächse vorwiegend südlicher Verbreitung, die auf sonnigen licht bewaldeten oder waldfreien Südhängen besonders der Silurformation Reliktstandorte besitzen. Eine Beurteilung dieser Verhältnisse ist freilich ohne allseitige Kenntnis der Sachlage nicht gut möglich.

Auch noch andere Forscher nehmen einen bestimmenden Einfluß des prähistorischen Menschen auf die heimatliche Pflanzendecke an. Ich nenne nur noch E. H. L. Krause,[5]) welcher schon vor Gradmann einen Zusammenhang zwischen der Verbreitung der Steppenflora und den ältesten menschlichen Siedlungen angedeutet hat. So schreibt er bei der Besprechung des Saalegebietes: „Es ist schwer anzunehmen, daß die Steppenpflanzen Thüringens erst nach Rodung des Urwaldes wieder eingewandert seien, es ist noch weniger wahrscheinlich, daß sie eine Periode geschlossenen Waldwuchses an ihren jetzigen Standorten überdauert haben. Hier scheint bis jetzt keine andere Erklärung möglich als die, daß nämlich der Mensch sich in der Steppe niedergelassen hat, ehe sie so dicht bewaldet war, wie sie nach Boden und Klima gegenwärtig sein könnte" (S. 107). In seinen späteren Arbeiten mißt Krause der Tätigkeit der frühesten menschlichen Bewohner eine noch viel größere Bedeutung bei. Er versucht sogar, die Bildung des Grenzhorizontes in den nordwestdeutschen Mooren auf Kultur- und Siedlungseinflüsse zurückzuführen und die Ursachen der Vegetationsänderungen, wie sie Sernander in Schweden für die postglaziale Zeit festgestellt hat, sucht er auch in menschlichen Einflüssen.[1]) Nichts berechtigt uns jedoch, der Kultur des vorgeschichtlichen Menschen eine derartig tiefgehende Beeinflussung unserer heimatlichen Natur einzuräumen. Ebenso geht auch wohl Gradmann neuerdings entschieden zu weit, wenn er in seiner höchst anregenden Studie über Wüsten und Steppen das Bestehen der Grassteppen hauptsächlich auf die durch den Menschen verursachten regelmäßigen Grasbrände zurückführt.[2])

Hiermit wäre das wichtigste für unsere Frage in Betracht kommende Tatsachenmaterial erschöpft. Wenn es zunächst auch noch keine endgültige Lösung der angeschnittenen Frage zuläßt, so wird es vielleicht doch dazu beitragen, das Verständnis der gegenwärtigen Pflanzenverteilung zu fördern. Von einem völlig klaren Einblick in die Entwicklungsgeschichte unserer heimatlichen Pflanzendecke sind wir freilich noch weit entfernt; denn es sind zu vielerlei Kräfte, die an dem Zustandekommen unserer Pflanzendecke mitgewirkt haben. Unter gewissen Bedingungen kann auch der Siedlungstätigkeit des vorgeschichtlichen Menschen eine Mitwirkung an der Gestaltung der heutigen Pflanzenverteilung nicht ohne weiteres abgesprochen werden.

Ergebnisse:

1. Es besteht eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den ältesten menschlichen Siedlungsstätten und der Verbreitung der Steppenpflanzen in Deutschland.

2. Die vorgeschichtliche Bevölkerung hat ohne Zweifel viel dazu beitragen, den offenen steppenähnlichen Charakter mancher Landstriche zu erhalten.

[1]) Vgl. O. Drude, Die Entstehungsgeschichte des heimatlichen Landschaftsbildes. Heimatschutz in Sachsen I. 1909.

[2]) Vgl. O. Drude, Die Verteilung und Zusammensetzung östlicher Pflanzengenossenschaften in der Umgebung von Dresden. Isis 1885. Derselbe, Die Verteilung östlicher Pflanzengenossenschaften in d. sächsischen Elbtalflora. Isis 1895.

[3]) Vgl. Andr. M. Hansen, Landnåm i Norge. Christiania 1904.

[4]) In Norwegen wohl kaum einheimisch.

[5]) Vgl. Ernst H. L. Krause, Die natürliche Pflanzendecke Norddeutschlands. Globus Bd. 61 (1892).

[1]) Vgl. E. H. L. Krause, Das europäische Klima im letzten vorchristlichen Jahrtausend. Naturwiss. Wochenschrift 1913, N. 44.

[2]) Vgl. R. Gradmann, Wüste und Steppe. Geograph. Zeitschr. 1916.

3. Eine ausschlaggebende Beteiligung der vorgeschichtlichen Besiedlung an der Erhaltung unserer Steppenpflanzen ist im allgemeinen nur bei dauernder und dichter Besiedlung flacher oder schwach hügeliger Landstriche anzunehmen.

Einzelberichte.

Die Tiefen des Weltmeeres.

Unter diesem Titel erschien kürzlich eine Arbeit von E. Koßinna in den Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde an der Univ. Berlin, N. F. A. Geogr. naturw. Reihe, Heft 9 (Berlin 1921), welche auf Grund der bekannten Tiefenkarten der Ozeane von H. Groll (ebenda, Heft 2, Berlin 1912), sowie des gesamten seitdem bekannten Messungsmaterials seitens der verschiedenen neuesten Forschungsexpeditionen eine neue Berechnung des Inhalts sämtlicher Ozeane und ihrer Randmeere vornahm. Gegenüber den letzten Berechnungen von John Murray, welche sich auf einer Höhen- und Tiefenkarte der Erde von Bartholomew stützte, haben die Messungen von Koßinna den großen Vorteil, daß Grolls Karten, soweit dies überhaupt bei dem gewählten Maßstab möglich ist, flächentreu sind, während dies bei den Karten von B. durchaus nicht der Fall war! Außerdem konnte, wie gesagt, das gesamte umfassende Beobachtungsmaterial verwertet werden, das sich seit der Berechnung Murrays im Jahre 1888 angehäuft hatte.

Leider sind in großen Teilen der Ozeane die bisher ausgeführten Lotungen noch sehr spärlich vorhanden, namentlich in den südlichen Meeren, so daß von irgendwelcher Exaktheit der Resultate noch immer nicht gesprochen werden kann, doch schätzt Koßinna den wahrscheinlichen Fehler seiner Berechnung der mittleren Tiefe des Weltmeeres — abgerundet 3800 m — nicht höher als 100 m ein.

Diese Zahl ist um 114 m größer als die letzte Berechnung durch Krümmel, welche nur 3681 m ergab. Das Mehr ist nur zum allergeringsten Teil in der Verschiedenheit der angewandten Methode begründet — bathometrische Methode bei Koßinna, Feldermethode bei Krümmel —, es rührt vielmehr in der Hauptsache daher, daß große Teile der Weltmeere, besonders der Südzone, tatsächlich tiefer sind, als man bis vor kurzem angenommen hatte. So ist der Atlantische Ozean um 68, der Indische um 34, der Pazifische aber um 185 m im Mittel tiefer als nach Krümmel. Da aber der letztere fast die Hälfte des ganzen Weltmeeres ausmacht, so ist sein Einfluß auf die mittlere Tiefe besonders groß. Sieht man von den Randmeeren ab, so erhöht sich die mittlere Tiefe der eigentlichen Weltmeere auf 4117 m; für die Nordhalbkugel allein steigt sie auf 4322 m, für die Südhalbkugel sinkt sie auf 4000 m.

Dem Volumen nach kommen auf den Pazifischen Ozean rund 707, den Atlantischen Ozean 323, den Indischen Ozean 291 Mill. cbkm; von den Randmeeren steht weit voran das arktische Mittelmeer mit 17 Mill. cbkm, ihm folgen das asiatische mit 10, das amerikanische mit 9,5 und endlich das europäische mit nur 4,2 Mill. cbkm. An mittlerer Tiefe übertrifft aber das amerikanische Randmeer mit 2214 m die übrigen bei weitem. Indischer und Atlantischer Ozean haben nahezu die gleiche mittlere Tiefe (3950 m), der Pazifische Ozean ist durchschnittlich 350 m tiefer als sie.

Von dem Gesamtareal der Ozeane (361 Mill. qkm) treffen 27,5 auf den Kontinentalschelf (0—200 m); 38,7 auf den Kontinalabhang (200—2440 m); 283,7 auf den Tiefseeboden (2440—5758 m) (das sind mehr als $^3/_4$), endlich 11,2 Mill. auf das Tiefseegesenke (unter 5750 m). Ein Viertel des Ozeans, also mehr als Asien und beide Amerika zusammengenommen liegt unter 5000 m; das Areal der Tiefen von mehr als 6000 m ist nahezu so groß wie halb Europa und selbst unter 7000 m liegen noch fast 500 000 qkm, also mehr als Deutschland nach dem Vertrag von Versailles umfaßt.

Von besonders bekannten und vielgenannten Mittelmeeren hat die Ostsee (einschließl. Kattegat) eine mittlere Tiefe von nur 55 m, das ist erheblich weniger als z. B. der Bodensee, auch der irische und englische Kanal stehen in mittlerer Tiefe diesem Binnensee nach, der es ungefähr mit der Nordsee (94 m) aufnimmt. Das Japanische und das Behringsmeer dagegen haben ungefähr die gleiche mittlere Tiefe wie die Maximaltiefen der tiefsten Binnenseen (Baikal und Tanganyika).

Die Berechnungen vernachlässigen übrigens die Tatsache, daß die Tiefenstufen um so mehr von der Wirklichkeit abweichen, je tiefer sie sind, weil sie ja kleineren Rotationsellipsoiden angehören, das Volumen des Meeres muß also in Wirklichkeit etwas geringer sein. Bei der bedeutenden Größe des Meeres macht die Vernachlässigung der Erdkrümmung immerhin einen Fehler von — 1 Mill. cbkm im Vol. und von — 3 m in der mittleren Tiefe aus, doch wird die mittlere Tiefe nicht verändert, insofern sie das Mittel aus allen gleichmäßig über das Meer verteilten Tiefen, wohl aber, wenn sie einfach den Quotient $\frac{\text{Vol.}}{\text{Areal}}$ bedeutet.

Um das mittlere Niveau der starren Erdkruste festzustellen, unterzog Koßinna auch die mittlere Höhe der Kontinente einer Nachprüfung, bis auf Europa, Afrika und Südamerika, für welche

die früheren Berechnungen von Leipoldt, Heiderich und Haack beibehalten wurden. Danach ist die mittlere Höhe von Europa 297, von Afrika 671, von Südamerika 582 m, von Asien 970 (Penck), von Australien 346 (Penck), von Nordamerika nach Gannett 715 m, endlich von Antarktika nach Meinardus 2000 m. Der mögliche Fehler dieser letzteren Zahlenangabe ist aber 200 m, was bei einem Areal von über 14 Mill. qkm einen Fehler von fast 3 Mill. cbkm bedeutet, gleich dem Volumen von ganz Europa (!) Es ergibt sich hieraus eine mittlere Höhe der Landfläche zu 840 ± 40 m. Für die Nordhalbkugel erhalten wir 745 m, für die Südhalbkugel dagegen 1029 m, also nahezu 300 m mehr, bedingt durch den sehr hohen antarktischen Kontinent.

Kombinieren wir nunmehr die Werte für die mittlere Tiefe des Weltmeeres und der Landhöhe, so ergibt sich als mittlere Höhe der gesamten Erdoberfläche —2440 m, oder für Nord- und Südhalbkugel getrennt —1890 und —2990 m, d. h. die starre Oberfläche der Nordhalbkugel ist durchschnittlich um 1100 m höher als die der Südhalbkugel, die starre Oberfläche ersterer übertrifft also letztere um rund 100000 qkm.

Berücksichtigen wir noch die Böschungsverhältnisse, so fällt der Unterschied beider Halbkugeln noch größer aus, denn die Nordhalbkugel hat ein viel reicheres Relief als die Südhalbkugel. Stellen wir die Landhalbkugel mit einem Punkt bei Nantes als Pol der Wasserhalbkugel gegenüber, so finden wir, daß die starre Erdkruste auf ersterer sogar mehr als 2000 m höher liegt als auf letzterer. Endlich liegen 42 v. H. des Kontinentalblattes über dem mittleren Krustenniveau, 58 v. H. unter demselben. Das Volumen dieser Blätter beträgt rund 600 Mill. cbkm, $^1/_{13}$ liegt oberhalb des Meeresniveaus, $^{11}/_{12}$ unterhalb desselben. Nehmen wir das Volumen des Weltmeeres zu rund 1370 Mill. cbkm an, seine durchschnittliche Dichte zu 1,037, so ergibt sich sein Gesamtgewicht zu 1,42 Trillionen Tonnen oder $^1/_{4200}$ der ganzen Erdkugel, wenn wir ihr spez. Gewicht zu 5,52 annehmen. Bei einem mittleren Salzgehalt von 34,8 ‰ beträgt die in Meerwasser gelöste Salzmenge $4{,}95 \cdot 10^{16}$ t, was einem Volumen von 22,3 Mill. cbkm entspricht. Auf den als eben gedachten Meeresboden ausgebreitet, würde das Salz eine Schicht von 62 m Mächtigkeit bilden.

Endlich geht Koßinna auch auf eine Schätzung der in den Binnenseen und den Flüssen enthaltenen Wassermenge, sowie des Gletschereises und des Wasserdampfes der Atmosphäre ein. In bezug auf den zuletzt genannten Posten akzeptiert er die Berechnungen von Meinardus, welcher ihn zu 12300 cbkm, also zu einer sehr unbedeutenden Mächtigkeit bestimmt. Unter der Voraussetzung, daß die Eisdecke in Grönland und Antarktika rund 1000 m sei, was mir sehr reichlich vorkommt, berechnet K. das Volumen des gesamten Eises der Erde zu rund 16 Mill. cbkm. Das Volumen aller Seen der Erde soll nach ihm 120000 cbkm nicht übersteigen, wovon die Hälfte auf den Kaspisee entfallen soll. Diese Zahlen sind unstreitig zu niedrig gegriffen. Nach meiner Berechnung faßt allein der Kaspisee rund 90000 cbkm, die darauf volumengrößten Seen Baikal, Superior, Tanganyika, Nyassa, Huron und Michigan zusammen etwa rund 64000 cbkm. Das Volumen aller Seen der Erde beläuft sich nach meinen Berechnungen auf rund 250000 cbkm, das der Flüsse habe ich jüngst[1]) auf 15000 cbkm geschätzt, also auf etwas mehr als das des Wasserdampfes der Atmosphäre. Dazu kamen noch Sümpfe, Moore, Schnee, Tau, endlich das Grundwasser.

Immerhin leidet es nicht den geringsten Zweifel, daß das Süßwasser der Erde gegenüber dem Meerwasser nur eine verschwindend geringe Menge ausmacht, nach meiner Rechnung etwa 3 ‰ des Gesamtvolumens. W. Halbfaß.

Brüsseler Geologenkongreß.

Dem XII. internationalen Geologenkongreß in Toronto hat infolge des Weltkrieges im üblichen Zeitraum von 3 bis 4 Jahren ein weiterer nicht folgen können. Ein mit Ausarbeitung bestimmter Vorschläge beauftragter Ausschuß hat am 20. Juli 1921 in London Beratungen gepflogen. Der Vertreter Deutschlands, Steinmann-Bonn hatte nicht rechtzeitig eintreffen können, denjenigen Österreichs, Tietze-Wien, hatte die Einladung nicht erreicht (vgl. die Berichte in „Geolog. Rundschau" Bd. XII, H. 3—5, 1921, S. 234—236), auch andere Mitglieder waren entschuldigt. Unter anderm beschloß man hier, die Internationalen Kongresse fortzusetzen „den heutigen Verhältnissen entsprechend abgeändert".

Vom 10.—19. August 1922 sollte nun der normale Kongreß in Brüssel stattfinden. Das belgische Organisationskomitee hat es aber fertig gebracht von vornherein den normalen Charakter zu vereiteln. Es gibt sich den Anschein, vermutlich im Hinblick auf den zitierten Wortlaut, der schon mit ähnlichen Hintergedanken untergeschoben sein mag, in London Vollmacht erhalten zu haben, Angehörige der Mittelmächte fernzuhalten und hat tatsächlich dementsprechend beschlossen (Geologiska föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd. 43, Heft 6—7, 1921—22, S. 673 bis 674).

Für neutral gesinnte Fachgenossen entsteht nach dem sehr würdigen schwedischen Bericht, dem die Mitteilung entnommen ist, auf diese Weise „en högst beklagig situation". Denn derartige Taktlosigkeiten stellen sie immer wieder vor das Dilemma einer indirekten einseitigen Stellungnahme. Man sucht dem von ihrer Seite nun recht geschickt dadurch vorzubeugen, daß man derartigen noch immer unter französischer

[1]) Naturwiss. Monatshefte 1921, Novemberheft.

Kriegspsychose stehenden Kongressen zwar die internationale Zusammensetzung natürlich nicht abspricht, aber sie als mehr private Veranstaltungen gelten zu lassen und dementsprechend nicht zahlenmäßig in die Reihe der wirklich gemeinsamen Tagungen aufzunehmen wünscht. Der XIII. Geologenkongreß würde nach diesem Vorschlag also noch einmal auf eine geistig schon weiter gesundete Zeit vertagt werden.

Für uns Deutsche erscheint, abgesehen von der auch für uns tief schmerzlichen unverantwortlichen Schädigung der übernationalen Wissenschaft, die französisch-belgische Tölpelei viel weniger unbehaglich. An Teilnahme wäre bei der wirtschaftlichen Enge, in der die beteiligten Kreise leben, und angesichts der Valutaschwierigkeiten in Deutschland einschl. Deutsch-Österreich wohl kaum oder nur in ganz seltenen Fällen zu denken gewesen. Dann hätten es unsere Neider leicht gehabt, uns als die noch Schmollenden hinzustellen oder gar unser reines Gewissen zu verdächtigen, die Gründe solchen „Selbstausschlusses" in sattsam bekannter Weise vor der Welt zu verdrehen. Dieser Gefahr ist nun ein nicht ganz unerwünschter Riegel vorgeschoben. Im übrigen können wir geruhig abwarten, ob und bis sie uns selbst wieder in ihre Mitte bitten.

Es gibt noch immer keinen besseren Bundesgenossen als einen mit Blindheit geschlagenen Feind! Hennig.

Zur Einwanderungsgeschichte von *Matricaria discoidea* D. C.

Zu den ausländischen Pflanzen, die sich in den letzten Jahrzehnten mit erstaunlicher Schnelligkeit bei uns ausgebreitet und völlig eingebürgert haben, gehört vor allem *Matricaria discoidea* D. C., die strahlenlose Kamille und es dürfte deshalb von Interesse sein, ihre Einwanderungsgeschichte, wenn auch nur in allgemeinen Umrissen, kennen zu lernen.[1])

Bis zum Jahre 1814 war die strahlenlose Kamille noch völlig unbekannt. In diesem Jahre wurde sie zum ersten Male von dem aus Deutschland stammenden und nach Nordamerika ausgewanderten Botaniker Friedrich Traugott Pursch in seiner „Flora Americae borealis" unter dem Namen *Santolina suaveolens* beschrieben. Er hatte die Pflanze selbst an Flußufern in Kalifornien entdeckt. Schon in den nächsten Jahren wurde sie auch an anderen Stellen Nordamerikas sowie im nördlichen Teile von Ostasien (Kamtschatka, Ostsibirien) wildwachsend gefunden. 1837 gab ihr der bekannte französische Systematiker De Candolle den noch heute meist gebräuchlichen Namen *Matricaria discoidea*. Doch blieb ihre systematische Stellung noch lange Zeit ungeklärt. Das geht schon daraus hervor, daß sie in nicht weniger als 10 verschiedenen Gattungen untergebracht wurde, wie z. B. auch bei *Tanacetum, Chrysanthemum, Cotula, Artemisia* u. a. So fand die Pflanze unter den verschiedensten Bezeichnungen Eingang in die europäischen botanischen Gärten, von denen sie ihren Siegeszug durch die meisten Kulturländer angetreten hat. In den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde sie im botanischen Garten zu Petersburg kultiviert und bald zeigte sie sich auch in der Umgebung des Gartens verwildert. Bereits 1872 war sie im Gouvernement Petersburg gemein. 1885 hatte sie die russischen Ostseeprovinzen und 1889 auch den größten Teil von Finnland besiedelt. Die Besitzergreifung Deutschlands ging nicht so rasch von statten. Die Ausgangspunkte der Ausbreitung waren auch hier vielfach die botanischen Gärten. 1845 und 46 wurde unsere Kamille unter der fragwürdigen Benennung *Pyrethrum defloratum* Hort. im Berliner botanischen Garten gezogen und 1852 fand sie A. Braun recht zahlreich auf der Dorfstraße in Schöneberg nicht allzu weit vom botanischen Garten in Gesellschaft von *Xanthium strumarium, Coronopus Ruelli, Sisymbrium Irio, Impatiens parviflora* u. a. eingeschleppten Fremdlingen.[1]) 1866 wurde ihr Erscheinen aus Magdeburg, 1872 aus Flensburg, 1877 aus Hamburg gemeldet. Seit 1861 ist sie auch aus Schlesien bekannt.[2]) R. v. Üchtritz fand sie hier in der Nähe des Breslauer botanischen Gartens. Auch sonst tauchte sie noch an den verschiedensten Stellen in Deutschland auf, zuletzt anscheinend in Süddeutschland. Erst seit 1890 hat sie sich lebhafter ausgebreitet und dann in überraschend kurzer Zeit von ganz Deutschland Besitz ergriffen. Heute ist sie überall eine ganz bekannte Erscheinung. Mit Vorliebe folgte sie zunächst den Eisenbahnlinien. Von dem Bahnhofsgelände ging sie dann auch bald auf andere Ruderalstellen, Schuttplätze und Wegränder über. In natürlichen Formationen hat sie noch nirgends festen Fuß fassen können und ihr weiteres Schicksal bleibt abzuwarten. Jedenfalls hat sie schon heutzutage nahezu kosmopolitische Verbreitung, da sie auch bereits aus Australien bekannt ist.

Über die Art der Samenverbreitung von *Matricaria discoidea* liegen m. W. noch keine näheren Beobachtungen vor, doch teilt A. Braun mit, daß sich aus der völlig glatten Oberfläche der Achänen bei Befeuchtung äußerst feine durch Gallerte verbundene Fädchen entwickeln. Vielleicht heften sich die Samen mit Hilfe dieser Fädchen an anderen Gegenständen fest und werden auf diese Weise weiter verschleppt.

E. Schalow (Breslau).

[1]) Vgl. K. R. Kupffer, Einiges über Herkunft, Verbreitung und Entwicklung der ostbaltischen Pflanzenwelt. Arbeiten des I. Baltischen Historikertages zu Riga 1908. — Hier auch genauere Literatur über die Ausbreitung unserer Pflanze in Osteuropa.

[1]) Vgl. A. Braun, *Chamomilla discoidea* Gay, eine neue Wanderpflanze in Deutschland. Bot. Zeitung 1852.

[2]) Vgl. die betreffenden Jahrgänge der Verhandlungen des bot. Vereins der Prov. Brandenburg.

Neue Forschungen über die Fixsterne.

Über die Beziehungen zwischen den Farben, den Temperaturen und den Durchmessern der Sterne handelt eine Untersuchung von Wilsing (Astron. Nachr. Nr. 5124). Zunächst stellt er darin fest, daß bei den Fixsternen nur diejenigen Farben angetroffen werden, die in der natürlichen Abkühlungsreihe der Metalle vorkommen. Daher gestatten die Farben, wenn auch mit ziemlicher Unsicherheit, einen Schluß auf die Temperatur. Unter der wohl angenähert zutreffenden Voraussetzung, daß die Sterne ähnlich wie ein schwarzer Körper strahlen, kann man dann auf Grund des Planckschen Strahlungsgesetzes den Winkelwert des Sterndurchmessers ermitteln, der bekanntlich durch direkte Beobachtung nicht meßbar ist, weil wir im Fernrohr das durch das Sternlicht erzeugte Beugungsscheibchen sehen, das natürlich viel größer ist, als dem wirklichen scheinbaren Durchmesser des Sterns entspricht. Auch auf der photographischen Platte entstehen infolge des Zitterns des Sternbildchens scheibenförmige Schwärzungen, aus deren Größe wir wohl auf die Helligkeit, nicht aber auf den Durchmesser des Sterns schließen können. Wenn wir von Sternen erster oder zweiter Größe usw. sprechen, so drücken wir damit bekanntlich nur die Helligkeit der betreffenden Sterne aus.

Auch Russell, Hale, Pease und Anderson haben nach verschiedenen Methoden Winkelwerte von Sterndurchmessern ermittelt. Für Beteigeuze ergab sich nach Michelsons Interferenzmethode 0,045", während Wilsing und Russell aus dem Strahlungsgesetz Werte zwischen 0,032" und 0,040" fanden. Dabei ist Beteigeuze von den bisher in dieser Richtung behandelten Sternen noch der scheinbar größte, denn Wilsing und Russell fanden z. B. für

Sirius	0,004"	bis 0,007"
Vega	0,003	bis 0,004
Aldebaran	0,024	bis 0,034
Arktur	0,019	bis 0,031.

Die bekanntlich zuerst von Elster und Geitel in die beobachtende Astronomie eingeführte lichtelektrische Zelle ist in den letzten Jahren zu einem außerordentlich feinfühligen Meßinstrument ausgestaltet worden. Auf dem Potsdamer Astronomentag gab Rosenberg an, daß bei der Bestimmung einer Sternhelligkeit mit der Photozelle eine Genauigkeit bis auf ein Zehntausendstel einer Größenklasse keine unerreichbare Grenze mehr ist. Ferner berichtete Bottlinger über die in Babelsberg vorgenommenen Farbenindexbestimmungen mit der lichtelektrischen Zelle. Der „Farbenindex" wurde dadurch ermittelt, daß eine Helligkeitsmessung mit Blaufilter verglichen wurde mit einer solchen bei vorgeschaltetem Gelbfilter. Natürlich erscheint ein gelber Stern bei letzterem Filter heller, ein blauer bei ersterem. Beobachtet wurden die Sterne bis zur 5. Größe und es ergab sich für die Pickeringschen Spektralklassen F bis M, daß die Zwergsterne erheblich weißer sind als die Riesen und daß bei den letzteren erhebliche Verschiedenheiten im Farbenindex vorkommen, während die Zwerge mehr übereinstimmende Farbenindizes aufweisen. Bei den Sternen der Klasse Ma ist die Rotfärbung am stärksten, die späteren Typen sind wieder weißer.

Eine Beziehung zwischen der absoluten Größe der Sterne und ihrer räumlichen Geschwindigkeit haben Adams, Strömberg und Joy aufgedeckt (Astrophys. Journal, Juli 1921). Der betreffenden Untersuchung wurden 1350 Sterne, meist von den Pickeringschen Spektraltypen F, G, K und M zugrunde gelegt. Trägt man die räumlichen Geschwindigkeiten als Funktion der absoluten Größen graphisch auf, so ergibt sich nahezu eine schräg aufsteigende, gerade Linie, die für die Größe —3 bei etwa 20 km/sec beginnt und bei Größe 10 ungefähr 65 km/sec erreicht, so daß einer absoluten Helligkeitsabnahme von einer Größenklasse eine Geschwindigkeitszunahme von rund 3 km entspricht. Unter allen Fixsternen sondern sich die Riesensterne als eine Klasse für sich ab, da sie verhältnismäßig frei von starken individuellen Bewegungen sind.

Eine statistische Untersuchung über die Massen der Fixsterne verdanken wir v. Zeipel (Upsala). Er fand, daß in den Sternhaufen die schwereren Sterne hauptsächlich nahe der Mitte zu finden sind, während die leichteren weiter zerstreut sind, wie es dem sog. Verteilungsgesetz von Maxwell, das für aus Molekeln aufgebaute Gasmengen ausgesprochen wurde, entspricht. Die gelben Riesensterne sind nach v. Zeipel etwa sechsmal, die weißen dagegen nur dreimal so schwer wie unsere Sonne.

Als eine untere Grenze für die Entfernung der Milchstraßensterne glaubt See 300000 Lichtjahre angeben zu können.

Auf dem Gebiet der veränderlichen Sterne stellt das Erscheinen der ersten zwei Bände der „Geschichte und Literatur der veränderlichen Sterne", die im Auftrage der astronomischen Gesellschaft von Müller und Hartwig herausgegeben wird, einen wichtigen Fortschritt dar. Erst durch diese zusammenfassende Arbeit ist das bis dahin in zum Teil schwer erhältlichen wissenschaftlichen Schriften verstreute Material der bisher vorliegenden Beobachtungen so übersichtlich vereinigt, daß sich Untersuchungen über einzelne Klassen dieser interessanten Gestirne ohne allzu große Schwierigkeiten ausführen lassen. Den Anfang mit dieser Ausnutzung des Werkes hat Ludendorff gemacht, dessen in den Astronom. Nachrichten veröffentlichten Arbeiten wir nachstehend einige Ergebnisse entnehmen. Zunächst wurde von Ludendorff die Frage behandelt, ob zwischen den δ-Cepheiden und den Mira-Sternen eine scharfe Grenze besteht. Diese Frage läßt sich zwar vorläufig noch nicht entscheiden, aber soviel konnte doch

auf Grund der Verteilung der Perioden und der bei δ Cephei-Sternen niedrigen galaktischen Breiten festgestellt werden, daß die Grenze, falls sie überhaupt vorhanden ist, bei Perioden von 50 bis 60 Tagen zu suchen ist, so daß die der δ Cephei-Sterne unter dieser Grenze liegen. Die Werte der Amplituden andererseits zeigen, daß auch bei der Periode von 90 Tagen eine gewisse Abgrenzung stattfindet, hier beginnen die Spektra der Klasse Md. Vielleicht könnten die lichtstarken, amerikanischen Fernrohre auf spektrographischem Wege eine scharfe Abgrenzung nachweisen in dem Umstande, daß die typischen δ Cephei-Sterne den Perioden entsprechend veränderliche Radialgeschwindigkeit zeigen, während die echten Mira-Sterne solche Veränderungen der Bewegungen in der Gesichtslinie nicht aufweisen. Jedenfalls werden weitere Beobachtungen der hierher gehörigen 14 Sterne mit Perioden zwischen 35 und 90 Tagen für die Erkenntnis des Wesens dieser Gruppen Veränderlicher besonders wichtig sein.

Ludendorff untersuchte ferner noch die Veränderlichen der Gruppen RV Tauri und U Geminorum. Bei den ersteren liegt zwischen zwei Hauptminima in der Regel ein sekundäres Minimum. Sowohl die Abstände der Hauptminima als auch die Lichtkurven, die bald an β Lyrae, bald an δ Cephei erinnern, sind stark veränderlich. Alle Perioden liegen unter 200 Tagen, die Amplituden sind bis auf R Scuti gering, ebenso die galaktischen Breiten. Es gehören hierher folgende Sterne, bei denen die in Klammern stehenden Zahlen die Amplituden in Größenklassen angeben: R Sagittae (1,8), V Vulpeculae (0,1), RV Tauri (2.5), N Monocerotis (1,5), TV Andromedae (1,7), R Scuti (4.5), BM Scorpii (0,9).

Für die U Geminorum-Gruppe ist charakteristisch das lange Verweilen im Minimum bei nahe konstanter Helligkeit, sowie das in unregelmäßigen Intervallen erfolgende, plötzliche Emporschnellen derselben, dem dann ein rasches, wenn auch langsameres Abnehmen folgt. Am raschesten folgen die Aufhellungen bei X Leonis (durchschnittlich alle 16 Tage), am langsamsten bei UV Persei (etwa alle 200 Tage). Es gehören zu dieser die nicht auf die Nähe der Milchstraße beschränkten Sterne UV Persei ($A > 5^m$), SS Aurigae (4,2), U Geminorum (5,0), X Leonis (3,9), TW Virginis ($> 3{,}5$), SS Cygni (3,9), RU Pegasi (1,3).

F. Kbr.

Die Tätigkeit des Popocatepetl.

Unter diesem Titel hat Dr. I. Friedländer, der zurzeit auf einer vulkanologischen Forschungsreise in Südamerika weilt, in der Deutschen Zeitung von Mexiko (7. Dez. 1921) einen Artikel gebracht, dessen hohes vulkanologisches Interesse mich veranlaßt, eine kurze Mitteilung einiger darin enthaltener wertvoller Beobachtungen nebst einigen Bemerkungen zu geben, was mir um so mehr erleichtert ist, als mir ein Brief und eine Anzahl vorzüglicher ergänzender Photographien des bekannten Vulkanologen soeben von ihm zugegangen sind.

Die letzten größeren bekannten Ausbrüche des Popocatepetl hatten in den Jahren 1539—40, wiederholt im 17. Jahrhundert und vielleicht noch einmal im Jahre 1720 statt. Seitdem ruhte der Berg, und wurde nur im Zustand ruhiger Solfatarentätigkeit beobachtet. Der in seinem Krater abgesetzte Schwefel wurde noch im Jahre 1919 abgebaut. Den Kraterboden erfüllte nach einer 1906 von Friedländer bei einer früheren Expedition aufgenommenen Photographie ein kleiner von Schutthalden umgebener See. Im Juni 1921 erschienen die ersten starken Dampfwolken über dem Krater. Zeitlich steht diese Erscheinung dem Januarerdbeben 1920 am Orizaba nahe.

Dr. Waitz lieferte nach Beobachtungen vom 11. Okt. 1920 den ersten eingehenden Bericht über den neu erwachten Berg (American Journal of Science). Damals bereits hatte sich ein flacher, napfkuchenartiger Lavahügel auf dem Kraterboden gebildet, den er als den Kopf der unterlagernden, aufstrebenden Lavasäule deutete. Starke Solfatarentätigkeit, begleitet von Explosionen aus der Lavamasse selbst, wurde besonders an der Fuge zwischen Kraterwand und Pfropfen beobachtet.

Dr. Atl gab weiter Nachricht über den Zustand des Berges am 23. und 24. Nov. 1920, an welchen Tagen die Auswürflinge der Eruptionen den Rand des ca. 500 m hohen Kraters erreichten. Ferner berichtet er das Erscheinen einer hell leuchtenden, hohen Flamme über der Mitte der Kuppel. In der zweiten Märzhälfte 1921 fand Dr. Atl das Volumen der Lavakuppe verdoppelt und von glühenden Spalten durchsetzt.

Alles deutet jedenfalls in der Richtung langsam aber nicht ganz gleichmäßig zunehmender Tätigkeit.

Am 15. Febr. 1921 erreichte Friedländer den Vulkankrater. Fast der ganze Kraterboden war von der Quellkuppe erfüllt, eine Erscheinung, die Friedländer in mehreren klaren Photographien festgehalten hat, was um so wertvoller erscheint, als Quellkuppen in statu nascendi noch außerordentlich selten beobachtet wurden; es ist mir kein Fall bekannt, in dem eine solche im Boden des Kraters eines Stratovulkans in ihren Anfangsstadien — um ein solches dürfte es sich hier handeln — im Bilde festgehalten ist. Man wird mit Friedländer auf Grund vielfacher Erfahrungen solche Quellkuppen als eine Alterserscheinung eines Vulkans deuten dürfen, dem in diesem Zustande der Quellkuppenbildung in vielen Fällen überhaupt nicht mehr, in anderen erst nach längerer, vorbereitender Anstrengung noch die Kraft zur Verfügung steht seinen Vulkanschlot und damit den Weg zu unbehinderter Eruption frei zu halten.

Die aufwärts strebende Kuppe trennte ein schmaler Ringgraben von den Schlotwänden. Es

dürfte dieser die Folge der Zurückhaltung der Massen durch Reibung an den Kraterwänden sein. Im Krater umgab ein Kranz stark dampfender Fumarolen und Solfataren die zentrale Kuppe. Über der Kuppe selbst lag kein Dampf, doch zeigte die zitternde Luft über ihr deutlich, daß dort offenbar ebenso Gase aufstiegen, die nur noch nicht zu sichtbarer Form kondensiert waren. Friedländer nennt Wasserstoff das die erste Rolle spielende Gas. Es scheint mir danach, daß die Dampfbildung des Randgrabens nur als Abkühlungsfolge von den Kraterrändern her zu deuten ist, und daß durch die Masse der Kuppe selbst nicht weniger, sondern nur heißere Gase aufstiegen. Dies Aufsteigen ist erleichtert und konzentriert an den die Kuppe durchsetzenden Spalten und Spaltengruppen. Sie scheinen auch den Hauptweg der größeren Explosionen darzustellen, deren Friedländer einige, besonders aus den zentralen Teilen der Kuppe entspringende, beobachten konnte, die Steine bis zur Kraterrandhöhe auswarfen. Die Explosionswolke selbst erhob sich weit über den Krater, zeitweise bis zu ca. 2000 m.

Gesteine der Kuppe konnte Friedländer nicht sammeln, doch glaubt er mit Bestimmtheit, daß ihr Material nach dem allgemeinen Habitus dasselbe andesitische Gestein darstellt, das die Hauptmasse des Berges aufbaut. Von besonderem Interesse ist, daß im NW wie SO der Kuppe dunkle, schlackige Oberfläche beobachtet wurde, so daß an beiden Stellen Andesitblocklava am Fuß seitlich der Kuppe ausgetreten sein muß. Dies und die vorwiegend zentralen Gasexplosionen veranlassen Friedländer zur Annahme eines zentralen Kraterrohres auch in der Quellkuppe. Ich will der Möglichkeit und selbst Wahrscheinlichkeit dieser Annahme gern beitreten, glaube aber doch, daß ein zwingender Beweis hierfür erst noch zu erbringen wäre. Denn bei dem völlig zerrütteten Zustande des Quellkuppenmaterials, das außer durch die Spalten auch durch die vielen kleineren, in ihrer Lage offenbar nicht konstanten Gasaustrittstellen bewiesen wird, wäre m. E. auch die spontane Öffnung und Schließung der Masse, also ein lokales, wieder ausheilendes Durchbrechen von unten ohne Entwicklung eines konstanten Eruptivschlotes denkbar. — Die vorliegenden Nachrichten scheinen allerdings darauf hinzuweisen, daß diese Durchbrüche mit Vorliebe zentral (die großen Gasexplosionen), vielleicht auch randlich (die Lavaaustrittstellen) auftreten.

Jedenfalls wird man den weiteren Nachrichten Friedländers und seinen in der Zeitschrift für Vulkanologie zu erwartenden Arbeiten und Abbildungen mit Spannung entgegen sehen müssen.

Geologisch-paläontologisches Institut und Museum der Universität Berlin. Im Februar 1922.

Hans Reck.

Bücherbesprechungen.

Schweinfurth, Georg, Auf unbetretenen Wegen in Ägypten. Aus eigenen verschollenen Aufzeichnungen und Abhandlungen. XXXII und 330 S. Zahlreiche Tafeln und Textabbildungen. Hamburg und Berlin 1922, Hoffmann und Campe.

Mit erstaunlicher Frische hatte vor wenigen Jahren zur Zeit seines 80. Geburtstages der Nestor der deutschen Afrikaforschung Georg Schweinfurth eine Neuauflage seines Werkes „Im Herzen von Afrika" in einer wahrhaft würdigen und monumentalen Form herausgebracht. Mit derselben Frische legt uns heute der greise Gelehrte anläßlich seines 85. Geburtstages einen neuen stattlichen Band mit dem glücklich gewählten Titel „Auf unbetretenen Wegen in Ägypten" vor. Der rührige Verlag Hoffmann und Campe hatte ihn aufgefordert, für die Reihe der in diesem Verlage erscheinenden „Lebenswerke" eine Darstellung seiner Lebensarbeit niederzuschreiben. Schw. hatte sich dieser Aufforderung nicht entziehen können. Seiner schlichten und bescheidenen, jedem lauten Hervortreten völlig abholden Gelehrtennatur entsprechend vermochte er jedoch nicht, sich eine zusammenfassende Darstellung seines Lebens abzuringen. Mit geschicktem Griff suchte er vielmehr aus alten früher gedruckten Abhandlungen das heraus, was am besten uns einen Einblick in seine Lebensarbeit gewähren konnte. So vereinigte er 7 ausgewählte Abhandlungen, die an versteckter Stelle bereits früher erschienen, dort aber nur dem engsten Fachkreise zugänglich waren, zu dem vorliegenden Bande. Einen kurzen Lebenslauf fügte er ihnen an; ebenso eine kurze Skizze über seine Erlebnisse mit dem Verlagsbuchhandel. Den Abhandlungen selbst wiederum sind zahlreiche Anmerkungen und Zusätze angefügt, die uns erkennen lassen, mit welcher Liebe der alte Gelehrte auch noch heute an den Fragen weiterarbeitet, die seinem Leben den Inhalt gaben. Außerdem ist das Buch reich mit Abbildungen geschmückt, die in der Mehrzahl auf eigenen Photographien und Zeichnungen beruhen. Auch die äußere Form des Werkes entspricht seinem Inhalt; gleichwie das Werk „Im Herzen von Afrika" wird es deshalb seinen Weg zu dem Publikum finden. Noch ein paar Worte über seinen Inhalt. Die ersten beiden Abhandlungen, im Jahre 1865 geschrieben, bilden ein zusammenhängendes Ganze, obwohl sie dazumal an verschiedenen Stellen veröffentlicht sind. Die erste von ihnen behandelt Schw.s „Reise an die Küste des Roten Meeres von Kosser bis Suakin", die zweite die im Anschluß an diese Reise gemachten

„Ausflüge um Kosser". Beide zeigen uns Schw. in voller Tätigkeit eines Forschungsreisenden auf im wahrsten Sinne des Wortes unbetretenen Wegen. Wohl waren diese Reisen in erster Linie auf die botanische Erforschung der betr. Gebiete eingestellt. Aber gleich vom Beginn der Reisen an beschränkt Schw. seine Beobachtungen nicht auf dieses Gebiet, sondern greift auf die Geographie, Geologie, Ethnologie und Archäologie über. Der nachfolgende Abschnitt zeigt uns, wie ein Forschungsreisender manchmal zu ganz andersartigen Studien veranlaßt werden kann, als sie ihm seinem Studiengange nach zunächst liegen. Dreimal hatten Schw. seine Reisen zu den beiden ältesten Klöstern der Christenheit, die etwa 200 km südöstlich von Kairo weitab von den gemeinhin üblichen Reisewegen liegen und deshalb auch nur von wenigen Europäern bisher besucht waren, zu den Klöstern St. Antonius und St. Paulus geführt. Beiden widmet er nun ein Erinnerungsblatt, indem er in frischer Weise die Lage der Klöster, ihre Umgebung, gleichzeitig aber auch das Leben und Treiben der Mönche in ihnen beschreibt und auch Einblicke in die Geschichte ihrer Gründer vermittelt. Die folgenden vier Arbeiten geben uns Ausschnitte aus den Arbeiten Schw.s auf dem Gebiete der Ägyptologie. Sie behandeln ein „altes Stauwerk aus der Pyramidenzeit" (bei Heluan), die „Steinbrüche am Mons Claudianus in der östlichen Wüste Ägyptens" und die „Begagräber". Das letzte Kapitel endlich „Die Wiederaufnahme der alten Goldminenbetriebe in Ägypten und Nubien" zeigt uns, wie auch auf ägyptischem Boden Altertum und Gegenwart eng miteinander verknüpft sind.

Berlin. Hugo Mötefindt.

Pummerer, Prof. Dr. R., Organische Chemie. (Wissenschaftliche Forschungsberichte Bd. III.) Dresden u. Leipzig 1921, Theodor Steinkopff. 36 M.

Die „Wissenschaftlichen Forschungsberichte" sollen „eine Auswahl des Wichtigsten, was In- und Ausland seit 1914 in jedem einzelnen Zweig der Naturwissenschaften geleistet hat" zur Darstellung bringen. Der vorliegende Band präzisiert diese Aufgabe dahin, dem angehenden Chemiker in vorgeschrittenen Semestern „das intensive Einleben in sein organisches Arbeitsgebiet" zu erleichtern. Dieser Zweck erscheint voll erreicht. Keine einigermaßen wichtige Arbeit ist unerwähnt geblieben, die in den Kriegsjahren und später entstand. Vieles davon ist den Lesern dieser Zeitschrift aus unseren Referaten bekannt, in denen wir uns allerdings bemühten, auch für Nichtchemiker verständlich zu sein. Das vorliegende Buch ist nur dem Chemiker voll verständlich. Man darf also auch den strengeren Maßstab des Chemikers bei der Beurteilung anlegen. Diesem wird die Bevorzugung der Arbeiten aus der Münchener Schule auffallen. Verständlich bei dem sachlichen Wert der gerade in München geleisteten Arbeit einer- und aus der Person des in München tätigen Verf.s andererseits, beeinträchtigt dieser Umstand doch zuweilen das Urteil über Arbeiten, die einem anderen Geiste entstammen. So tritt beispielsweise die Theorie der Karbonsäuren von Hantzsch nicht in das rechte Licht. Ein ohnehin lohnendes Eingehen auf die umfassenden Arbeiten dieses Forschers wäre erwünscht und dem vollen Verständnis der Säuretheorie (mag man in Einzelheiten zu ihr stehen wie man will) förderlich gewesen. Wie breit erscheint demgegenüber das Kapitel über die Gallenstoffe und das über die Zucker. Und eigentlich überflüssig sind die Abschnitte über Enzyme, denn „Ergebnisse" haben auch die Arbeiten Willstätters noch nicht gebracht. Unzureichend hinwiederum ist das, was über Zellulose gesagt ist.

Im einzelnen fiel mir dieses auf: S. 3 ist Essigester als „enolisierbare Verbindung" aufgeführt. Gemeint sind offenbar Stoffe vom Typ des Acetessigesters. — S. 37 wird die Aufstellung „präziser Koordinationsformeln" gefordert. Ein schwer erfüllbares Verlangen! In der Wernerschen Schreibweise hört ja gerade die Präzision unserer alten Strukturformeln auf. Das Ziel ist, die „Sphären" im Molekül, die Werner klüglich offen ließ, mittels Kauffmannscher Kraftfeldsymbole zu dem zu machen was sie sind: kraterfüllte Räume. — Die Formel XII auf S. 39 ist kein Hydroxyd, wie der Text S. 40 angibt. — S. 41 fehlt die Literaturangabe der Arbeiten von Lecher. — Ungemein zu bedauern ist die jetzt leider immer allgemeiner werdende Schreibweise wissenschaftlicher Namen nach ihrer deutschen Aussprache. Zumal da sie, vielleicht in besserer Einsicht des Verf.s, nicht immer durchgeführt ist. Wenn man schon Karbon sagt, warum dann nicht auch Naftalin? Das auch sachlich Bedenkliche der Schreibweise des Verf.s erhellt aus einem Wort wie Zinnamyl, das sowohl die Zinnverbindung wie den Cinnamylrest bedeuten kann.

Im ganzen sind die angeführten Bemerkungen ohne Belang. Zur raschen Unterrichtung über die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte der organischen Chemie ist das Buch wohl zu empfehlen. H. H.

Böhmig, Ludwig, Die Zelle. (Morphologie und Vermehrung.) 138 S. mit 73 Abb. Berlin und Leipzig 1920, Verlag Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. (818. Band der Sammlung Göschen.) Preis geh. 2,10 M. und 100 % Verlegerteuerungszuschlag.

In knapper Form werden die wichtigsten Kapitel der Zellenlehre behandelt, wobei der Verf. sich fast ausschließlich auf die tierische Zelle beschränkt. Die Darstellung ist leicht lesbar, doch hat man den Eindruck, als sei das Büchlein bereits vor etwa 8 Jahren geschrieben. Jedenfalls geht der Verf., was die Berücksichtigung der Literatur anbelangt, nicht über Buchners 1915 erschienenes, ausgezeichnetes Praktikum der Zellen-

lehre und über Brüels im gleichen Jahre im Handwörterbuch der Naturwissenschaften veröffentlichten, ebenfalls vortrefflichen Aufsatz über Zelle und Zellteilung hinaus. Und es ist doch manches Wertvolle auf zytologischem Gebiete im In- und Auslande seither erschienen! Daß die neuere ausländische Literatur nicht berücksichtigt wurde, mag mit der Schwierigkeit ihrer gegenwärtigen Beschaffung entschuldigt werden. Schwerer wiegt es aber, wenn z. B. noch von der vermeintlichen „Merogonie der Oenothera-Bastarde" eine Schilderung gegeben wird. Der Hinweis darauf, daß es „Biologen gibt, die gegen die Konstruktion eines Zusammenhanges zwischen Geschlecht und Idiochromosomen sind", erscheint ebenfalls reichlich veraltet. Auch die Angaben über die künstliche Parthenogenese stimmen nicht mehr ganz.

Nachtsheim.

Bürger, Prof. Dr. O., Venezuela. Ein Führer durch das Land und seine Wirtschaft. Mit einer mehrfarbigen Karte. Leipzig 1922, Dieterichsche Verlagsbuchhandlung. 50 M.

Das Land, das jetzt von den Vereinigten Staaten von Venezuela eingenommen wird, ist der Teil der neuen Welt, mit dem Deutschland zuerst in Berührung trat, und auch lange nach dieser ersten durch die Welser angebahnten Beziehung haben Deutsche in den Freiheitskämpfen, sowie bei der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erschließung des Landes eine nicht unbedeutende Rolle gespielt. Noch heute ist das deutsche Element, wenn auch zahlenmäßig nicht besonders stark, doch ein recht bedeutungsvoller Faktor im Lande. Die Deutschen sind nämlich die Vertreter des Hochhandels in Venezuela und sind dementsprechend besonders geachtet; sie leben auch im besten Einvernehmen mit der einheimischen Bevölkerung, die sich durch Regsamkeit, Intelligenz und innere Veranlagung vorteilhaft auszeichnet. Außerdem sind Vertreter des Handwerks, namentlich Hutmacher und auch akademische Berufe im Lande tätig. Besonderes Interesse beansprucht eine deutsche Bauernsiedlung, die Kolonie Tovar, 100 km westlich von Carácas und 70 km nördlich von La Victoria in einer Höhe von 1700—2000 m, die 1843 von Badener Landleuten gegründet wurde. Sie hat sich durch schwere Zeiten hindurch bis heute gehalten, war aber drauf und dran, im Spaniertum aufzugehen, als der Weltkrieg eine erfreuliche Selbstbesinnung bewirkte. Wir entnehmen diese Angaben dem oben genannten Buche, das, ähnlich wie das neulich von uns angezeigte Buch des gleichen Verfs über Chile seine Entstehung dem besonderen Interesse verdankt, das bei uns dem Auswanderungsproblem entgegengebracht wird. Erst vor wenigen Jahren hat die venezoelanische Regierung durch Bestimmungen die Einwanderung erneut anzuregen versucht. An geeignetem Siedlungsland ist kein Mangel. In Frage kommen allerdings nur die hochgelegenen Landstriche, als besonders geeignet werden die Kordillere von Mérida und die westliche Hälfte der karaïbischen Ketten genannt. Einer geschlossenen Siedlung von Landwirten und Handwerkern wird das Wort geredet.

Das Buch kommt den oben gekennzeichneten Interessen ausgezeichnet entgegen. Es gibt eine zum Teil aus eigener Erfahrung, im übrigen aus den besten Quellen geschöpfte, lebendige, knappe aber sehr reichhaltige Schilderung der bunten Bevölkerung, der staatlichen Entwicklung, der Vegetation und Tierwelt und namentlich der Wirtschaft dieses interessanten, von der Natur verschwenderisch bedachten Landes. Miehe.

Lampert, Das Leben der Binnengewässer. 3. vermehrte u. verbesserte Auflage, bearbeitet von Lauterborn. Lieferung 2—6. Leipzig, Tauchnitz.

Von diesem ausgezeichneten Werke, dessen erste Lieferung wir schon anzeigten, sind jetzt die Lieferungen 2—6 erschienen. Sie bringen den Schluß der Mollusken, die Insekten, die Spinnentiere und von den Crustaceen die höheren Krebse, die Kopepoden, die Ostrakoden und ein Teil der Phyllopoden. Überall hat der Herausgeber das Buch mit dem Stande des heutigen Wissens in Einklang gebracht. Bei den Insekten sind besonders die grundlegenden Arbeiten vom Wesenberg-Bund gebührend zur Geltung gekommen. Die Abbildungen sind wesentlich die alten geblieben. Erwähnt muß werden, daß einige Mängel im Druck der Abbildungen, die bei der ersten Lieferung auffielen, bei den neueren Lieferungen glücklich vermieden sind. Nienburg.

Lassar-Cohn, Prof. Dr., Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form. 6., verb. Aufl. Leipzig 1921, Leopold Voß.

Ein gutes Buch auf mäßigem Papier mit äußerst schlechten Abbildungen. Einzelnes ist für eine „Einführung" zu schwer, so z. B. der Begriff des asymmetrischen Kohlenstoffatoms, das Periodische System und der Anhang. Für Volkshochschulen warm zu empfehlen! Stil und logischer Aufbau sind mustergültig. H. H.

Inhalt: H. Fricke, Zur Klärung des Ätherproblems. (1 Abb.) S. 169. E. Schalow, Pflanzenverbreitung und vorgeschichtliche Besiedlung. S. 173. — **Einzelberichte:** E. Koßinna, Die Tiefen des Weltmeeres. S. 177. Brüsseler Geologenkongreß. S. 178. Zur Einwanderungsgeschichte von *Matricaria discoidea* D. C. S. 179. Wilsing, Neue Forschungen über die Fixsterne. S. 180. I. Friedländer, Die Tätigkeit des Popocatepetl. S. 181. — **Bücherbesprechungen:** G. Schweinfurth, Auf unbetretenen Wegen in Ägypten. S. 182. R. Pummerer, Organische Chemie. S. 183. L. Böhmig, Die Zelle. S. 183. O. Bürger, Venezuela. S. 184. Lampert, Das Leben der Binnengewässer. S. 184. Lassar-Cohn, Einführung in die Chemie in leichtfaßlicher Form. S. 184.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 2. April 1922. | Nummer 14.

Das Donautal in Österreich.

[Nachdruck verboten.]

Von Oskar Kende.

In dem an die 350 km langen Laufe der Donau in Österreich sind fünf Weitungen, die mit mio- und pliozänen Meeres- und Seenschichten wie noch späteren Flußaufschüttungen bedeckt sind, zwischen sechs Engtäler eingeschaltet, in denen der Strom von Norden oder Süden vorwallendes Gebirge durchbricht. Berühmt ist ja die bildhafte Kennzeichnung durch Ed. Sueß, der die Donau mit einem an den Gebirgsdurchbrüchen als Aufhängepunkten befestigtem Seil verglich, daß zwischen ihnen im Bogen herabhängt; und dieses Herabhängen wird gewöhnlich auf ein (hauptsächlich durch die Erdrotation bewirktes) Ausbiegen der Donau nach rechts zurückgeführt, wobei „meilenweite Alluvialniederungen als linksseitiges Ufer zurückgelassen" werden (5; 1057).[1]) Der Lauf der Donau ist verhältnismäßig alt: ihre allgemeine Nordwest-Südost-Richtung hält sich wahrscheinlich sowohl im Böhmischen Massiv (der „herzynischen Richtung" der deutschen Mittelgebirge) wie innerhalb des alpin-karpathischen Bogens (14; 169 f.) an eine tektonisch vorgezeichnete Linie und die Talgeschichte des Stromes läßt sich in den meisten Teilen an den ihn beiderseits begleitenden, zeitlich überwiegend fixierbaren Terrassen (Gehängestufen) ablesen, die freilich infolge nachträglicher Störungen an manchen Stellen Unregelmäßigkeiten im Gefälle, d. h. Abweichungen von einem parallelen Verlaufe zum Strome zeigen; es gab schon eine Donau, als die jüngste zusammenhängende Meeresbedeckung in unserem Gebiete bereits die Verbindung mit dem offenen Ozeane verloren hatte (2; 10), wobei unsere Urdonau in Binnenseen mit wechselnder Spiegelhöhe mündete, die sich — den Strom nach sich ziehend — immer weiter in den tiefer liegenden Südosten zurückzogen: schon im Oberpliozän verließ bei Linz (14; 185), noch früher (Obermiozän, Altpliozän?) in 380 m Höhe bei Krems eine Donau das Böhmische Massiv (10; 12). Jedenfalls aber ist die Anlage des Durchbruchstales hier überall präglazial; während der Eiszeit erfolgte nur eine Tieferlegung des Flusses, eine Tieferlegung, die jedoch nach der Lage der ältesten Eiszeitterrasse über dem heutigen Strom den Betrag von durchschnittlich 30 m nicht überschritten haben dürfte. Die Entstehung der Donau muß zu einer Zeit begonnen haben, als die Landschaft ganz andere Formenzüge trug als gegenwärtig. Mit deutlichem Fuße hebt sich heute der Südrand der Böhmischen Masse gegen das Alpenvorland ab. Dem war früher nicht so: als die letzte Meeresbedeckung schwand, war das Alpenvorland bis zu solcher Höhe mit ihren Ablagerungen erfüllt, daß diese auch über den Abfall des Urgebirges hinübergriffen. An der damaligen tiefsten Stelle (4; 105), aber in, gegenüber dem heutigen, weit höheren Niveau setzte die Arbeit der Urdonau zunächst in den leicht zerstörbaren tertiären Schichten ein; ein breites Tal war schon geschaffen, ehe der Fluß auf den widerstandsfähigeren Rücken des Urgesteins traf, in den er sich dann in engem Tale einsägte, während die Denudation die lockeren Auflagerungen der Gehänge entfernte. Das gibt das heutige Bild der Donaudurchbrüche durch den österreichischen Anteil am Böhmischen Massive und es besteht die auffällige Tatsache, daß man den Strom mehrmals felsumgürtet im Gebirge eingesenkt findet, während ihm heute um das Gebirge herum ein bequemerer Weg offen stünde. Aber wir wissen ja: der Fluß folgt gar nicht der heutigen, sondern der anders gerichteten Abdachung einer früheren geologischen Epoche: man nennt so entstandene Täler epigenetische. Einzelheiten des Laufes mögen dann von jungen Verbiegungen (1; 478) oder der Gesteinsstruktur (4; 106) mitbestimmt worden sein. — Über die gewöhnlich anders angenommene Entstehung des Durchbruchs der Donau durch die Sandsteinzone der Alpen oberhalb Wiens zwischen Leopoldsberg und Bisamberg und ihren Durchbruch zwischen den Ausläufern der Alpen und den Kleinen Karpathen oberhalb Preßburgs sprechen wir dann an gegebener Stelle.

Kurz unterhalb von Passau, wo die Fluten des breiteren Inn sich der Donau vermengen, wird das rechte Ufer unseres Flusses österreichisch, erst rund 25 km davon entfernt bei Engelhartszell auch das linke. Bis gegen Aschach, also auf beinahe 70 km Lauflänge, ist das „Passauer Tal" genannte Stromstück, zumal zwischen Engelhartszell und der Mündung der Gr. Mühl ganz eng. Aus 80 bis 100 m Höhe gleiten aus fast geradem First sanft die Gehänge zum Strome nieder, nur gelegentlich lugt nackter Fels aus dem stillen Gleichmaß der Waldbedeckung hervor, selten vermag das Auge aus der erzwungenen Beschränkung des Vor- und Rückwärts tiefer seitlich in ein Nebental, wie das der Gr. Mühl einzudringen; die schluchtartigen Gräben der wenigen und meist

[1]) Die wichtigste Literatur ist am Ende des Aufsatzes zusammengestellt; wo im Text Literaturbelege gegeben sind, weist, in Klammern gesetzt, eine erste Ziffer auf die entsprechende des Literaturverzeichnisses, eine zweite auf die Seitenzahl des betreffenden Werkes hin.

kurzen Nebenflüsse, die mit ungleichmäßigem Gefälle den Weg zum Hauptstrom finden, öffnen die Wände kaum. Ruhe und Einsamkeit atmet die Landschaft, in die sich gar nicht häufig Einzelgehöfte und kleine Dörfer, wie Engelhartszell und Wesenufer auf der rechten, Niederranna, Obermühl, wo eine aus dem Mühlviertel kommende Straße die Donau übersetzt, und Neuhaus auf der linken Seite belebend drängen. Gering ist ja der Raum für Wohnstätte und Landbau am Flusse, bloß auf kleine Strecken kann ihn eine Straße rechtsseitig begleiten; Siedlungen, Felder und Verkehr mußten sich auf die Höhen ziehen, die im Norden als Bayrischer Wald bis zur Staatsgrenze, im Süden etwa gleich weithin als Sauwald (gipfelnd 875 m im Haugstein) bekannt sind, darüber hinaus aber keine zusammenfassende Bezeichnung führen. Und doch hat auch hier, dem Verkehrsbande des Stromes geltend, sich manches wichtige Stück Geschichte zugetragen. Schon die Römer besaßen hier Befestigungen, an die zehn, noch heute sichtbare Burgen waren die Mitnutznießer eines lebhaften mittelalterlichen Donauhandels, in Aschach hatte Stephan Fadinger, der Führer des oberösterreichischen Bauernaufstandes von 1626, das Hauptquartier. Im ganzen ist der Lauf der Donau durch das Passauertal nicht allzustark gewunden. Nur bei Schlögen, bei Ober- und Untermühl finden sich größere Schlingen. Bei Schlögen hemmt eine scharfe Beuge die sonst eingehaltene (tektonische) Südostrichtung, der Strom wendet sich jäh nach Nordwesten zurück; in der Fortsetzung gegen Südosten aber zieht erst der kleine Adlersbach, dann (jenseits des Fadingersattels) der Unterlauf der (bis dahin nach Nordosten gerichteten) Aschach: liegt hier ein altes Donautal vor, geht die im Verhältnis zu den Flüssen größere Breite dieser Furche auf die Gesteinsstruktur zurück (4; 106), hat bei Schlögen eine junge Aufbiegung dem südöstlich weiter eilenden Flusse den Weg verlegt und ihn zum Ausweichen und Einschneiden an anderer Stelle genötigt (1; 478)? [1]) Oder handelt es sich bei den Mäandern dieses Laufstückes um ursprünglich natürliche Schlingen einer auf der alten, fast ebenen und wenig geneigten Landoberfläche träge dahinschleichenden Urdonau, die durch das spätere Einschneiden des Flusses in die Urgebirgsmasse von dieser aufgenommen wurden und sich so erhielten (7; 105)? — Bei Aschach, hinter dem wir im Aschach-Brandstätter Kachlet (G' hachlet = Hackmesser) eine steinige Untiefe passieren,[2]) weitet sich die Landschaft zum Eferdinger Becken. Zunächst verfängt sich noch der Blick zur Rechten in den Resten der einst so starken Schaumburg auf vorgeschobenem Gneisfelsen, aber schon über das alte, einst am Strome, heute weit von ihm abliegende Eferding hinweg, dem Everdingen des Nibelungenliedes, wo Kriemhild mit Gunther und Giselher auf der Fahrt ins Heunenland genächtigt hat, kann man südwärts an klaren Tagen bis zu den Alpenspitzen schauen und gegen Norden ruht das Auge weithin auf freundlichem, von Streifen Ackerlandes und zahlreichen Ortschaften übersponnenem Gelände des Mühlviertels. Rund 15 km bloß vermag sich die mannigfach verästelte erste, für alle Stromweitungen schon typische Donaugirlande mit ihren lichtgrünen Auenwäldern, den vegetationsfreien Kies- und Sandhaufen zu schlingen; Pesenbach und Gr. Rotel nimmt der Strom von Norden, den Innbach von Süden auf. Dort aber, wo am linken Ufer Schloß Ottensheim hoch über dem gleichnamigen Markt sich erhebt und rechts von fern der prächtige Barockbau der Zisterze Wilhering herüber grüßt, beginnt schon das zweite, allerdings viel kürzere Durchbruchstal der Donau; sie hat hier von dem gegen Süden vorstehenden Granitrücken des Mühlviertler Plateaus den Kirnberger Wald (525 m) losgeschnitten. Nicht mehr so einsam ist es hier wie im Passauer Tal. Links folgt dem Ufer die Mühlkreisbahn, ins rechtsseitige, von zahlreichen Kapellen belebte Gehänge ist die von Wels heraufziehende Landstraße eingelassen und — Linz, die den Verkehr sammelnde und ausstrahlende oberösterreichische Landeshauptstadt ist bereits nahe; auch das alte, die Umgebung beherrschende Wahrzeichen der Stadt auf dem linken Donauufer, der Pöstlingberg (537 m) mit seiner barocken Wallfahrtskirche hat uns dies schon längst verraten.

Unterhalb der auf der Niederterrasse [1]) des Stromes erbauten Doppelstadt Linz-Urfahr, deren Emporkommen als Brückenort durch eine Kreuzung von Landwegen und Wasserstraße mitbedingt war und deren Bedeutung für den Flußverkehr durch Lagerhäuser, Werfte und Hafenanlagen der Donaudampfschiffahrtsgesellschaft augenfällig markiert ist, tritt die Donau neuerdings in eine Alluvialebene ein, das Linz-Ardagger-Becken, das man wohl auch durch den bei Mauthausen rechts an den Strom herantretenden Urgebirgssporn in eine westliche und östliche Hälfte, das eigentliche Linzer und das Wallseer Becken zerlegen kann. Rund 4 km breit ist das wieder vielfach zerteilte, inselreiche Strombett, Auenwälder und Geröllbänke erheben sich zwischen den verwilderten Armen, deren unmittelbare Nähe bis auf das zwischen den Fluß und den Granit der Böhmischen Masse malerisch eingezwängte Mauthausen (Steinbrüche!) größere Siedlungen gemieden haben, was der Landschaft, die auch genügenden Ackerboden entbehrt, ein fast melancholisches Aussehen gibt. Erst hält sich der Fluß

[1]) Auch Brust (7; 105) glaubt im Anschluß an A. Penck an eine Hebung um rund 100 m und er nennt einige Beobachtungen, die dafür sprechen (Höhe der Heibacher Ebenheit bei Schlögen, die außerordentliche Steilheit und Glätte der Talwände in diesem Gebiete, Stufenmündungen der kleinen Seitenbäche, Gefällsknicke im Unterlaufe der größeren).

[2]) Die Fahrwassertiefe beträgt hier (225—231 km oberhalb Wiens) bei kleinstem Schiffahrtswasserstande nur 1,25 m.

[1]) Die Niederterrasse entspricht der jüngsten (vierten) oder Würmeiszeit.

ganz am Massivrande, dann schwingt die Girlande schärfer gegen Süden ab und die Wogen bespülen die, mehrfach als ausgesprochener Steilabfall entwickelte Nordgrenze des Alpenvorlandes (1; 474 f., 477), dessen tertiärer Untergrund von der Traunmündung bis über die Enns hinaus mit diluvialen Schottern bedeckt ist (Traun-Enns Platte) und nur östlich davon als stärker zertaltes (Schlier-) Hügelland zutage tritt. Auf der etwa 50 km langen Strecke zwischen Linz und Ardagger läßt sich nach alledem nicht allzuviel erschauen. Künstlerische Formen der Baudenkmäler und historische Erinnerungen von der Römerzeit über Nibelungen- und Kreuzzugsfahrten bis in die Tage Napoleons I. müssen ersetzen, was das rein Landschaftliche häufig schuldig bleibt. Von den Granitausläufern unterhalb von Linz sieht Schloß Steyregg herab, gegenüber wirft die Traun ihr Wasser in die Donau und rechts blicken von den Tertiärhügeln am südlichen Beckenrande Schloß Ebelsberg und die wundervollen barocken Türme von St. Florian herüber. Vor Mauthausen, nachdem die Gr. Gusen aus dem Granitplateau zur Donau durchgebrochen ist, äugt zwischen lichten Baumbeständen die alte Wasserburg Spielberg durch, zur Rechten gemahnt die Kirche von Lorch, daß hier als Laureacum eine römische Lagerstadt (Hauptort der Provinz Ufernorikum) die Donaugrenze schützte; erhob sich das eigentliche Lager über einem auf die Niederterrasse geschütteten Flußschwemmkegel, so liegt das heutige Enns mit seinem mächtigen Stadtturm unmittelbar dahinter auf einer höheren Terrasse, der steil abfallenden Hochschotterterrasse.[1]) Als bayrische Grenzfeste gegen die Magyaren (Anesipurch) ist es im Mittelalter an Lorchs Stelle getreten und war lange Zeit auch eine wichtige Handelsstadt, die erst durch die Verlegung der Verkehrswege vereinsamte (8; 185 f.). Unterhalb von Mauthausen, dessen Name die wenig gern erstatteten Gebühren für die Befahrung des Stromes verewigt und kurz nachdem die Donau rechts die Enns an sich gezogen und von diesem Punkt an, freilich bloß auf der rechten Seite, niederösterreichischen Boden betreten hat, unterfährt man die einzige Eisenbahnbrücke zwischen Linz und Krems. War bisher das linke Ufer das nähere, so schiebt sich nunmehr durch das Rechtsdrängen des Stromes das Tertiärhügelland enger heran. Aist und Naarn kommen von links herzu, die Naarn muß erst eine Zeitlang der Donau parallel fließen, ehe sie sich ihr verbindet; die Donau hat wohl ihre Mündung, wie sie das auch mit anderen Nebenflüssen getan hat, verschleppt. Rechts ist es eigentlich nur Schloß Wallsee, das, auf althistorischem Posten errichtet, den Blick für länger fesselt.

Hinter Ardagger treten schnell die Berge beiderseits wieder zusammen, doch nicht das Tertiärhügelland begleitet rechts den Strom, sondern das dritte Durchbruchstal der Donau durch das Massiv hat begonnen, die zwischen Grein und Ybbs verlaufende Greiner Enge. (Aber auch unterhalb von Ybbs, was gleich vorausbemerkt sei, wo in der weiteren Umgebung von Pöchlarn das südliche Gehänge zurückweicht und einer im Mittel 2 km breiten Alluvialebene Raum gibt, bleibt die Donau innerhalb des Massivs, dessen Gneishügel über den Fluß stark nach Süden vorspringen.) Die Greiner Enge ist bei aller Ähnlichkeit mit dem Passauer Tal doch freundlicher als dieses. Gewiß auch diese Landschaft, der mit ihren nah, gelegentlich auf $^1/_2$ km zusammengerückten, waldüberkleideten Talwänden an manchen Stromstellen jeder Fernblick so sehr genommen ist, daß man auf einem gebirgsumschlossenen Alpensee zu weilen vermeint, ist herb; aber der Eindruck wird wenigstens auf der linken Seite gemildert durch die schneller nebeneinander gesetzten Siedlungen und durch den diesem Ufer folgenden, tunnelreichen Schienenstrang, der doch einen Weg, der aus der Enge hinausführt, sinnfällig werden läßt. Was aber dieses Talstück in früherer Zeit berühmt und berüchtigt machte, waren die einst so gefährlichen natürlichen Hemmnisse, die hier kurz hintereinander der Schiffahrt erstanden. Die scharfe, durch einen Felsvorsprung hervorgerufene Strombeuge bei dem malerisch ihr eingeschmiegten Örtchen Grein erzeugte, wo links der Kreuzner Bach breiter seine Mündung weist, die wildschäumenden Wirbel des „Greiner Schwall". Und wenige Kilometer unterhalb, da eben der Strom mit einem stark versandeten Arm (dem „Höß gang") die sagenübersponnene, Ruinen gekrönte Insel Wörth umschlungen hat, beginnt der „Greiner Struden". Besonders widerstandsfähiges, durch die Wogen geglättetes Gestein ragte hier als „Kugeln" klippenartig auf, rasend schnell in starkem Gefälle (Stromgeschwindigkeit in der Strudenausfahrt noch heute bis 3,5 m in der Sekunde, Niederwassergefälle 0,771 pro $^0/_{00}$), stürzt der zwischen den Waldgehängen eng zusammengepreßte, mehrfach gekrümmte Fluß über sie hinweg und noch gegenwärtig, nachdem sich schon das 18. Jahrhundert um die Sprengung der Felsen bemüht, doch erst das Ende des 19. Jahrhunderts eine durchgreifende Regulierung gebracht hatte, erfordert die hier bei Niederwasser nicht größere Tiefe als 1,36 m Vorsicht für die Schiffahrt. Die Enge ist gerade verlassen, es bleibt kaum Zeit, Burg Werfenstein und die zu ihren Füßen an den Fels gehängten Häuser des Örtchens Struden zur Linken gebührend zu bewundern, da gleiten wir auch bereits am dritten einstigen Hindernis vorbei, dem „Wirbel"; die Wassermassen stauten sich zu heftig kreisendem Wogenprall, wo links der gewaltige, quer dem Strome sich vorlegende „Hausstein" die an ihm gebrochenen Wogen der gegenüberliegenden Landspitze des „Langen Steins" zuwarf; erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts hat man durch Sprengung des Haussteins den „Wirbel" für die Schiffahrt gefahr-

[1]) Die Hochterrasse gehört der dritten oder Rißeiszeit an.

los gemacht.[1]) Links eilen wir am alten Schifferdörfchen St. Nikola, am malerischen Sarmingstein vorüber, in dessen Rücken sich das Tal des Sarmingbaches öffnet; unfern, beim kleinen Hirschenau, ist nun auch das linke Ufer niederösterreichisch geworden. Tauchten bisher zur Rechten die Waldgehänge (Schwarze Wand, Schlöglberg — 480 m —) fast ohne Uferknick ins Wasser nieder, so kann hinter Freyenstein schon eine (gegen Ybbs ziehende) Straße Platz finden und auch links, noch vor Ispersdorf, das die Mündung der Isper hütet, treten die Berge etwas zurück. Haben wir links Ort und Schloß Persenbeug in bevorzugter, von den Römern gegen die Germanen, von den Deutschen gegen die Magyaren genützter Lage hinter uns (die nicht ernstlich „böse Beuge" des Flusses liegt südöstlich davon), sind wir an dem ihm gegenüber breit gelagerten, altertümlichen Ybbs vorüber (römisches Kastell »ad pontem Ises«), so haben wir auch das dritte Engtal verlassen; es ist klar, daß Ybbs, der seit Linz größte Ort an der Donau (3800 E.) nicht in, sondern am Ausgang der Enge erwuchs. Die (wenn Linzer und Ardagger Becken als eines genommen werden, dritte) Donauweitung bis Melk umfaßt eine Strecke von rund 22 km; die Donau folgt hier einem „alten, von tertiären Sanden verschütteten und wieder ausgeräumten Tal" (1; 476). Wir wissen bereits, daß hier auch das südliche Gelände dem Massiv angehört. Es ist meist niedrig und steigt erst südlich von Melk im Hiesberg 558 m an. Schon bald nachdem die Ybbs in vorgeschobenem Delta ihre grünen Wasser der Donau von Süden zugeführt hat, schweift der Blick ungehemmt über die niedrigen Hügel bis zum in 40 km Entfernung aufragenden Ötscher (1892 m),[2]) er ist im Auenlande nicht begrenzter, wo die Erlauf, nachdem sie den Gneiswänden entronnen, vor Pöchlarn (dem Bechelarn des Nibelungenliedes) auf breiter Niederung der Donau sich hingibt und noch von Weitenegg,[3]) dessen Burgruine den Ort am Ausgang des Weitenbaches überschattet, schaut man gegen Süden jenseits der von einem versandeten Donauarm umfaßten großen Insel über Alpenvorland und einen breiten Gebirgsstreifen. Ostwärts aber bleibt das Auge bereits am mächtigen Barockbau des Melker Stiftes hängen, das vom 57 m hohen, schroff abfallenden Gneisfelsen ins Donautal hinauträumt. Der Ort Melk ist das Medelike des Nibelungenliedes, es war vor Wien die ostmärkische Residenz der Bebenberger;[1]) und hier, wo oberhalb die Melk, unterhalb die Pielach in die Donau fällt,[2]) beginnt die „Wachau", das vierte bis Krems reichende Durchbruchstal des Stromes, der hier im Süden den Dunkelsteiner Wald (höchster Punkt Mühlberg 730 m) vom Jauerling (959 m) lostrennt. Als ganzes ist die Wachau viel heiterer als die früheren Durchbrüche. Die Enge der an die 500 m hohen Wände drückt nicht so stark, denn selbst an den Lehnen sind Siedlungen emporgeklettert und hinter Spitz, wo auch das Tal breiter, seine Gehänge weniger steil werden, beleben Häuserzeilen beständig den Landschaftsausdruck; selbst die Dorfbilder wirken in der Wachau freier. Der Ernst des Waldes aber wird besonders in den östlichen Teilen von den Weinkulturen unterbrochen, die im Löß der Sonnenseiten guten Boden finden; und im Frühjahr zur Zeit der Baumblüte lacht es aus den Obsthainen, die zumal das linke Ufer des auch klimatisch bevorzugten Tales begleiten, in voller Lust entgegen. Auch die Bahn fehlt nicht; sie zieht, unter manchem Berg hindurch, auf der Nordseite und nicht bloß auf einem, sondern, auf beiden Ufern konnten Straßen geführt werden.[3]) Bei Melk hat sich der Strom, für eine kurze Weile noch im breiteren Tale, scharf gegen Norden gewendet.[4]) Links gehts an Emmersdorf, einer der frühesten ostmärkischen Gründungen, rechts, nach langem eindrucksvollen Vorblick auf sein hochtürmiges Schloß, am Orte und dem Servitenkloster Schönbühel vorüber; jetzt, zwischen Hochkogel rechts (536 m) und dem Reith links (523 m) betreten wir erst die eigentliche Enge, jenen bis Aggsbach reichenden Teil, der in einsamer Geschlossenheit am meisten an Passauer und Greiner Tal gemahnt; im Herbste ist der Gehänge dichtes Waldkleid in der berauschenden Leuchtkraft seiner Farben am schönsten. Bald erscheint zur Rechten Aggsbach-Dorf, der Ort weit Gebirgs einwärts gelegen, zur

[1]) Die gerundeten Steine, die man während der Regulierungsarbeiten in mehreren Riesenkesseln oberhalb des heutigen Wasserspiegels fand, bezeugen eine wichtige Seite der erosiven Tätigkeit des Flusses.

[2]) Die kurze neuerliche Enge bei Säusenstein, die sich nach dem Verlassen des Ybbsfeldes 5 km abwärts von Ybbs auftut, glauben wir nicht besonders erwähnen zu müssen. Hier auf dem nördlichen Ufer das hübsche Örtchen Marbach, hinter dem deutlich die diluviale Nieder- und Hochterrasse der Donau zu sehen ist, während die weiter rückwärts vom hohen Berge ins Land lugende alte Wallfahrtskirche von Maria Taferl auf einer (durch Meeresbrandung entstandenen) Tertiärterrasse sich erhebt (17; 58).

[3]) Bei Weitenegg sind bei Niedrigwasser größere Untiefen vorhanden.

[1]) In der Höhe der im Niveau des älteren — der ältesten oder Günseiszeit entsprechenden — Deckenschotters liegenden Stiftsterrasse befand sich bereits eine prähistorische Siedlung, die Römer errichteten hier das Kastell „ad Mauros".

[2]) Auch die untersten, ins Massiv eingeschnittenen Talstücke der Erlauf, Melk und Pielach sind epigenetischen Ursprungs (1; 466).

[3]) Für die Wachau betont Penck (10; 5, 12) ihr sehr hohes Alter als Talfurche. Im mittleren Tertiär wird sie vom Alpenvorland her mit einem guten Stück des nördlichen Gneisgeländes zugeschüttet, nur einige Kuppen ragen hervor. Gegen Ende des Tertiärs nimmt die Urdonau ihren Weg, eiszeitliche Talterrassen folgen dem Strom auf beiden Seiten. Frz. Ed. Sueß, der auch zur Erklärung von einzelnen Laufstellen an Dislokationen denkt, will daraus, daß gerade die höchsten Erhebungen im Norden, nahe dem Donautale liegen (bei Arnsdorf 712 m) schließen, daß die Eintiefung „in den oberen Teilen einer vom Waldviertel her gegen St. Pölten ziemlich gleichmäßig abfallenden Fläche eingeschnitten wäre" (4; 107).

[4]) Die bei Melk beiderseits im Gehänge sichtbaren Felsmassen in rund 220 m Höhe gehören der ältesten Eiszeit an; die älteren Deckenschotter liegen hier 30 m über dem Strome (13; 53).

Linken am Ausgang des Aggsbaches auf der Niederterrasse gelegen, Aggsbach-Markt, hinter dem Wiesen und Felder langsam den Eichberg hinanklimmen. Hier und auch weiter Stromabwärts finden sich am Nordgehänge mächtige, (wie die Kremser Vorkommnisse) der letzten Interglazialzeit entstammende (10; 10) Lößlager, in denen man interessante prähistorische, dem Jungpaläolithikum, und zwar dem Aurignacien zugerechnete Kulturschichten entdeckte.[1]) Rechts ist, lange den Blick fesselnd, auf hoher Felsterrasse thronend, die Feste Aggstein aufgetaucht, von wo die mächtigen, ob ihres Übermutes gefürchteten Kuenringer, die „Hunde von Kuenring", zur Babenbergerzeit den Donauhandel unsicher machten. Links folgen auf breiterem Strande Willendorf (wo 1908 die dem Aurignacien angehörende „Venus von Willendorf" ausgegraben wurde) und Schwallenbach, sodann, wieder unmittelbar zum Strome abstürzend, die vielfach zerklüftete Felsmasse der „Teufelsmauer", der auf dem rechten Ufer das alte Kirchlein von St. Johann gegenüberliegt. Und da wir schon links hinter dem Schloßberg (656 m) die schöne Ruine Hinterhaus, einst auch eine starke Kuenringerfeste, erspähen, ist Spitz nicht mehr fern. Der um das rebenbedeckte Gelände des bezeichnenderweise Tausendeimerberg genannten Spitzer Hügels (314 m) gelagerte Ort, der sich in den erweiterten Talausgang des Spitzer Baches (Mühldorfertal), doch auch gegen den Mießlinggraben hineinschmiegt und so zwei für das niederösterreichische „Waldviertel" wichtige Zugänge beherrscht, macht einen recht stattlichen Eindruck (über 1700 E.).[2]) Hinter Spitz verläßt die Donau die Nordrichtung, läuft erst, in der Fortsetzung des Spitzer Baches,[3]) nach Nordosten, links zu Füßen des Atzberges an der befestigten Kirche von St. Michael mit ihren figurengeschmückten Zinnen auf dem Turme vorbei, vorbei auch an Wösendorf. Erst unterhalb von Weißenkirchen, das, einst Hauptort der Wachau (im engeren Sinne) im stark verbreiterten Ausgang des Machtales auf einer von älterem Deckenschotter bedeckten Terrasse liegt und mit seiner Fülle malerischer Motive in Straßen und Höfen schon manches Künstlerauge lockte (9; 201 f.), wendet sich der Strom dann, unter Schwankungen, seiner Hauptrichtung nach Osten wieder zu. Auf den alten, hier gut hervortretenden Stromterrassen liegt meist Löß; deutlich ist auch rechts in bereits verbreitertem Tale („Rührsdorfer Au") über der rebenbedeckten Terrasse von Rossatz, wo sich die Donau für eine kurze Strecke nach Südosten wendet, der präglaziale Talboden zu sehen. Steil fallen zur Linken die zerklüfteten Hänge des Vogelberges (530 m) und, durch den unwegsamen Talgraben getrennt, des Schloßberges (540 m) zur Donau ab; die unterste Felsstufe über dem Strom trägt die Reste der berühmten Feste Dürnstein, einst auch eine stolze Kuenringerburg. Die wenigen Häuser des Ortes Dürnstein (460 Einw.) steigen mauerumgürtet hart vom Strome auf die Felsen hinan: prächtig das Renaissanceschloß der Starhemberg und der Barockturm der Stiftskirche: das Ganze vom Strome aus ein Bild von unvergeßlicher Schönheit. Links unterhalb der Talweite von Loiben noch eine kleine nordwestliche Talstrecke und wir stehen am Ausgang der Wachau, in den buchtartig Tertiärschichten sich eingezwängt haben.[1]) Bloß rechts erreicht die Donau etwas stromabwärts (bei Hollenburg) einen Ausläufer des Massivs; im übrigen hat sie bereits links bei Stein und Krems,[2]) rechts bei Mautern das gegenüber einer Länge von 48 km und einer größten Breite von 14 km im Westen und Osten (am Nordrand des Wiener Waldes) schmal endende Kremser Becken[3]) betreten, das einerseits (in Fortsetzung des schon bei Rührsdorf sichtbaren Stückes) Niederterrasse, andererseits Alluvialboden ist. Mautern ist die älteste Siedlung; als römisches Kastell Favianis war es mit dem gegenüberliegenden Stein durch eine hölzerne Jochbrücke verbunden. Dieses, ohne viel Raum zur Entwicklung zwischen Fels und Fluß gesperrt, war für den mittelalterlichen Donauhandel wichtiger und ist auch heute der größere Ort (über 4400 Einw.); doch ist es längst von Krems (14400 Einw.) überholt worden, das mit

[1]) Näheres bei H. Obermeier, Der Mensch der Vorzeit (München 1912) S. 290 ff.

[2]) Der Spitzer Hügel ist erst im Tertiär durch den Spitzer Bach von einem Ausläufer des Jauerling losgetrennt worden; früher umfloß er ihn im Westen und Norden; das alte Talbett ist heute wasserleer (10; 10, 12). Die Frage, ob der durch die Orte Isper, Pöggstall, Mühldorf und Spitz gekennzeichnete Talzug, der heute in den drei Teilstücken von Isper, Weiten- und Spitzerbach drei verschiedene Flußläufe enthält, einst als einziger westöstlicher Fluß bestand, ist noch nicht klargestellt; hat er bestanden, so wurde er jedenfalls früh durch die von der Donau zurückgreifenden Gewässer des Isper- und Weitenbaches erobert und außer Funktion gesetzt. (M. Michl im Geogr. Jahresbericht aus Österreich, Bd. X, 1912, S. 225).

[3]) Der Spitzer Bach und seine Donaufortsetzung werden hier als Unterlauf eines alttertiären Flusses aufgefaßt, dessen Oberlauf die entsprechenden Teile des heutigen Isper- und des Weitenbaches bildeten (Rusch-Vetters-König-Pabisch, Landeskunde von Niederösterreich (Wien 1908) S. 36.

[1]) Güttenberger (9; 212) hat besonders auf die verschiedenaltrigen Talstücke der Wachau hingewiesen; älter ist das Talstück Spitz-Krems, es ist tertiär, aber im Oberoligozän bereits verschüttet worden; jünger, doch natürlich jedenfalls präglazial, die Talfurche Melk-Spitz.

[2]) Bei Krems sind drei tertiäre Talböden mit Ablagerungen von Donauschottern in verschiedener Höhenlage zu erkennen: der Goldbergterrasse oberhalb von Stein in 365 m Höhe (175 m über der Donau) entspricht eine Plattform bei Mautern, 360 m hoch; eine zweite Terrasse südlich von Mautern in 320 m Höhe (130 m über der Donau) hat ihr Gegenstück am linken Ufer im Kremsfelde und zwischen beiden in rund 335 m Höhe (145 m über der Donau) liegt eine als Maisbergniveau bezeichnete Terrasse. Alle drei stellen Talböden dar, die aus dem Donau-Schuttkegel der „pontischen Stufe" (dem Unterpliozän) herausgeschnitten sind, so daß das Kremsfeld eine Erosions- und keine Akkumulationsform bedeutet (13; 34 u. 50 f.). Das diluviale Wagram-Niveau befindet sich, entsprechend der älteren Deckenschotterterrasse, in etwa 220 m Höhe (30 m über dem Strome).

[3]) Das ganze erste Kapitel der Hassingerschen Monographie (13; 31—55) ist dem Kremser Becken gewidmet.

ihm die Vorteile der Lage am Ausgange der Wachau teilend sich leichter ausdehnen kann und zugleich dem Eingang ins Kremstal näher gerückt ist. Auch ist es selbst für die weiter östlich aus Kamp- und Traisental heranziehende Straße Brückenstadt. Auf den bis 20 m mächtigen, oft (künstlich) terrassierten Lößschichten seiner Umgebung gedeiht viel Wein. — Im Kremser Becken, dessen nördlich der Donau gelegener Teil oft auch als Wagram, dessen südlicher als Tullner Feld bezeichnet wird, durchfahren wir nun die vierte Donauweitung. Im Norden von ihr „legen sich an einen deutlich ausgeprägten Steilrand, die diluviale Donauterrasse des »Wagram«, noch höhere Diluvialterrassen, im Süden scheidet ein scharfer Rand die fruchtbare Anschwemmungsebene von dem (aus tertiären Schichten bestehenden und von jungtertiären Schottern und Sanden überlagerten) Hügel- und Bergland.[1]) Trotz teilweiser Regulierung umfaßt der von Flußarmen durchzogene und naturgemäß meist unproduktive Auengürtel gelegentlich 5 km Breite" (1; 477, 479). Das Streben der Donau in der Gegenwart, nach rechts zu drängen, ist im Kremser Becken weniger auffällig (5; 1060); immerhin lag Krems wohl einst am Strome selbst und ist die noch im Jahre 890 als lapidea platea erwähnte Römerstraße, die von Favianis nach der Limesstation Trigisamum (Traismauer) zog, von dem rechts rückenden Strom zerstört worden (9; 200). Wir haben Krems Donau abwärts fahrend verlassen, links den Blick auf die lößüberkleideten Wände, rechts über das Auengebiet der Fladnitzmündung[2]) hin auf das wunderschöne, einen Urgebirgspfeiler krönende Stift Göttweig (449 m). Aber dann heißt es für den Entsagung üben, der eine abwechslungsreiche Gegend liebt. Reizlos ist ja die Fahrt zwischen den von zahlreichen Stromarmen durchsetzten Auen durchaus nicht, zumal Wassergeflügel aller Art uns vors Auge kommt; auch der wissenschaftliche Beobachter findet genügend Stoff durch Verfolgung der geneigten Flußterrassen, die vom Kremsfeld bis Wien als in die Landoberfläche (die pontische Stromebene) eingeschnittene, bzw. wieder aufgeschotterte Donautalböden ziehen (14; 184).[3]) Aber die Bilder sind ruhiger, gleichmäßiger und wechseln langsam. Und die 50 km von Krems bis Greifenstein erfordern eine Weile! Hinter Hollenburg und gegenüber Grafenwörth rechts die Mündung der Traisen, an der unfern landeinwärts das schon erwähnte Traismauer liegt, von dem auch das Nibelungenlied zu erzählen weiß. Fast unmittelbar darauf tritt von links der Kamp in die Donau ein. Viel weiter unterhalb (nach 27 km) kommt von Süden die Perschling in den Strom, nach weiteren 8 km haben wir zwischen den Mündungen der Gr. und der Kl. Tulln den Ort Comagenae, das Tulne des Nibelungenliedes, wo Etzel mit Kriemhilde zusammentraf, und der wichtige mittelalterliche Handelsplatz, wo „die böhmische Heerstraße den Strom berührte, die durch die Gmünder Pforte längs des Manhartsberges verlief und ein Bündel von Verkehrswegen sich vereinigte, die entlang den Gerinnen des Tertiärhügellandes und über die Paßfurchen des Wiener Waldes heranziehen" (9; 214); heute ist Tulln eine stille Landstadt mit etwas über 4300 Einwohnern. Unter den Donaubrücken hindurch; lange bleibt wieder die Landschaft die gleiche. Zeiselmauer, das man früher für das Aelium Cetium der Römer hielt, hat sich hinter Bäumen versteckt und schon bauen sich rechts die weichen Formen des Wiener Waldes immer näher gegen den Strom vor, bis wir zu Füßen der Ruine Greifenstein so hart an ihm vorbeiziehen, daß zwischen Gebirge und Fluß nur für Bahn und Straße noch Raum bleibt. Zur Linken wird jenseits der Auen auf dem südlichsten Ausläufer des Rohrwaldes die geschmackvoll erneuerte Burg Kreuzenstein sichtbar. Stets wieder zweigen zur Linken Stromarme ab, Schmida und Göllersbach werden von solchen Seitenarmen aufgenommen, in einem anderen sehen wir die Anlage einer Werfte der Donaudampfschiffahrtsgesellschaft. Jetzt, da wir links Korneuburg (mit seinem alten Rathausturm) verlassen haben[1]) und rechts über einer wasserreichen Au den gewaltigen Barockbau des Klosterneuburger Stiftes auf höherem Felsplateau erblicken, merken wir erst, daß nun auch links das (niedrige) Gebirge an den Strom herangekommen ist: wir sind in die kurze fünfte Durchbruchsstrecke zwischen dem sanfteren, rebenüberkleideten Bisamberg (links) und dem von der Donau zur jüngsten Eiszeit stark unterschnittenen Leopoldsberg (rechts) eingetreten, beide der alpinen Flyschzone angehörend, die der Strom hier auseinander reißt. Folgendermaßen denkt man sich die Entstehung dieses Durchbruchs (13; 68ff. und ganz ähnlich 18; 7f.). Zu Beginn des Unterpliozäns, der pontischen

[1]) Hassinger findet als die auffälligsten Formen des Kremser Beckens „eine zerschnittene pontische Stromebene mit nordöstlichem Verlauf, westöstlich verlaufende Erosionsterrassen am Südrande derselben (der ganze Südrand ist mehr oder weniger durch seitliche — aber nicht gleichzeitige — Stromerosion modelliert), endlich jüngere, teils pliozäne, teils diluviale Akkumulationsterrassen, insbesondere auf der Nordseite der heutigen Alluvialebene der Donau" (13; 55).

[2]) Das heutige Tal der Fladnitz, die in ihrem Unterlaufe das Urgebirge durchbricht und den Göttweiger Rücken im Westen umfließt, wird als epigenetisch entstandenes Teilstück eines einst größeren Tales erklärt, dessen Oberlauf an die Traisen verlorengegangen ist (13; 31, 33 ff.).

[3]) Zurzeit als die tertiäre Donau bei Wien die (mittelpliozäne) Laaerbergterrassen in rund 100 m über dem heutigen Strome erodierte, war das Donautal im Kremser Becken bereits 50—60 m, zurzeit der (oberpliozänen) Arsenalterrasse, die bei Wien ungefähr 55 m hoch liegt, mehr als 100 m in die alte Landoberfläche (pontische Schotterplatte) eingeschnitten (14; 185); die Bezeichnung nach Arsenal und Laaerberg sind der Wiener Topographie entnommen.

[1]) Korneuburg lag früher auf einer Insel der Donau; bei einem starken Hochwasser 1118 zerstört, erstand die Stadt 1212 aufs neue. Etwas weiter östlich der „alte Donaugraben", das Überbleibsel eines diluvialen Stromarmes und der letzte Rest eines Altwassers, das ein heutiger Fluß (der Loibach) am Leben erhielt (18; 8).

Epoche, floß die damalige Donau, nachdem sie die Wachau hinter sich hatte, in dem weiten Raum zwischen dem Rande des Böhmischen Massivs und jener Reihe von Einzelbergen, die sich von Stockerau oberhalb Wiens bis zum südmährischen Nikolsburg in der Fortsetzung der Alpen hinziehen (Rohrwald, Ernstbrunnerwald und Leiserberge, Polauerberge) wenigstens mit dem größten Teil ihrer in zahlreiche Arme verästelten Wassermasse nicht in der heutigen Richtung, sondern nach Nordosten gegen eine Lücke bei Nikolsburg hin, durch die sie dann nach Osten in den pontischen Binnensee sich ergoß. Sie schüttete gleichzeitig einen gewaltigen Schuttkegel (von etwa 385 m Scheitelhöhe) auf, über den sie im Laufe der langen Zeit in vielfachen Mäandern hin und herpendelte, dabei wie die heutige Donau rechts drängend und vielleicht im Südwärtsrücken überdies durch eine Hebung und Schrägstellung der von ihr angehäuften Schotterfläche unterstützt; so mußte sie ihr östliches Stromufer, die vorhin genannten Berggruppen, annagen und zerstören und schließlich soweit gegen Südosten kommen, daß sie die Greifensteiner Berge und den Rohrwald erreichte; diese werden bis zum Stromspiegel eingeebnet, wobei die nach der entgegengesetzten Seite, also gegen Westen wirkende Brandung des pontischen Binnensees vom Wiener Becken her bei der Abflachung und Zerstörung mitgeholfen haben mag, und zuletzt kann der, hinter der mit jungtertiären Schichten hoch angefüllten Korneuburger Senke liegende (nicht hohe) Sandsteinzug im Niveau des Bisamberges überflossen werden. Die Urdonau hat damit ihre Mündung in den pontischen Binnensee (Spiegelhöhe etwa 340 m) in die Gegend von Wien verlegt. Da aber dieser Binnensee allmählich sank, wobei er in das Randgebirge deutliche Terrassen einkerbte,[1]) und da der Weg zu ihm jetzt, wo er nicht mehr über Nikolsburg führte, kürzer geworden war, mußte der Strom sich in den Flysch eingraben; die Fortdauer einer in den verschiedensten Teilen deutlich kenntlichen, schon im Obermiozän beginnenden, nordwestlich-südöstlich gerichteten Senkung während der pontischen Zeit mag den Durchbruch begünstigt haben (14; 170). Auf diese Weise ist hier gegen Ende der pontischen Epoche ein sog. Überflußdurchbruch entstanden.[2]) Die Donau durchzieht nun den (höchstwahrscheinlich aus tektonischen Gründen) zutiefst liegenden Teil des inneralpinen Wiener Beckens.[1]) Vom Fuße des Leopoldsberges an ist der Strom auf etwa 25 km hin (im „Wiener Durchstich": Kahlenbergerdorf—Fischamend) reguliert, die Orte zur Linken schützt der sog. Inundationsdamm vor der Gewalt des Hochwassers (Stromgeschwindigkeit bis zu 3 m, Wassermenge bis zu 10000 cbm, in der Sek.).[2]) Das Häusermeer der Großstadt tritt zur Rechten immer sichtbarer hervor, links der Fabriksort Floridsdorf; rechts bei Nußdorf öffnet sich der Donaukanal (Wehranlage mit Brücke). Unter vier Brücken müssen wir hindurch, rechts sind wir an Verladeanlagen der Donaudampfschiffahrtsgesellschaft, an Mühlen und Fabriken vorbeigekommen, dann haben wir den Hauptlandungsplatz Wien (Praterkai) erreicht. Wir unterbrechen die Fahrt nicht. Nach einem letzten Blick auf Kahlen- und Leopoldsberg hinter uns, widmen wir uns, auch die fünfte Wiener Brücke über den Strom, die wir bald unterfahren, beachtend, den weiteren Anlagen der Donaudampfschiffahrtsgesellschaft entlang des rechten Ufers (Krane, Verladebrücken, Speicher), auch die Stadt Wien hat hier ihre großen Vorratshäuser und andere Schiffahrtsgesellschaften mit den Anlagen ihrer Umschlagplätze folgen. Links hinter dem Inundationsdamm die typische Auenlandschaft mit zahlreichen Stromarmen; der längste ist der Stadlau-Enzersdorfer, der die aus den Napoleonischen Kämpfen des Jahres 1809 berühmte Lobau einschließt, der die Schlachtorte von Aspern und Eßlingen ganz nahe sind. Heute werden allerdings diese von der Donau abgesperrten Altwässer nur durch Grundwasser, nicht vom Strome her gespeist. Hinter den Auen die weite Fläche des Marchfeldes, zur letzten Eiszeit von der Donau mit (Niederterrasse-)Schottern erfüllt, während sie gleichzeitig, einstmals soweit im Norden fließend, die ältere (Hoch-)Terrasse weithin (bis zum heutigen Steilrand dieser Terrasse Stammersdorf—Deutsch Wagram) zerstörte. Hinter der Einmündung des Donaukanales tritt auch rechts ein Auengürtel heran; das ist aber noch nicht viel über ein Menschenalter her und wohl die Folge der früher erwähnten Stromregulierung. Bis dahin

[1]) Hassinger hat diese alten, in je 15—30 m Abstand zwischen 540 und 265 m Höhe gelegenen Strandlinien als Niveaus I—XII unterschieden und bezeichnet. Bequemste Übersicht bei Fadrus (16; 34 f.).

[2]) Schon aus dem bisherigen ersieht man leicht, daß die Donau ein polygenetischer Strom ist, der sich allmählich bildete. Das österreichische Alpenvorland war bereits landfest, als die Donau bei Krems noch in 360 m Höhe in das unter Wasser liegende Kremser Becken mündete und es bis zu dieser Höhe verschüttete. Das Kremser Becken wieder war bereits ausgetrocknet als der pontische See noch das Wiener Becken erfüllte, dieses war früher landfest als das Oberungarische Becken: an die Urdonau wuchsen also immer neue Stücke in den landfest werdenden Teilen an.

[1]) Tektonische Linien nordwest-südöstlicher Richtung sind nicht bloß für die erste Anlage des Donaulaufes hier gerade in der „Mittellinie der großen Einbiegung zwischen alpinem und karpathischem Gebirge" maßgebend gewesen (14; 169), sondern, wie schon erwähnt, auch sonst für die landschaftliche Gestaltung dieser Gebiete von großer Bedeutung; eine hat ja Alpen und Karpathen als Ganzes voneinander getrennt.

[2]) Die erste Regulierung zwischen 1868 und 1881 war auf Mittelwasser gestellt worden, steuerte aber nur der Stromverwilderung und bannte durch Sicherung eines raschen Abflusses des Hochwassers die Überschwemmungsgefahr für Wien und seine Umgebung; dagegen bildeten sich jetzt bei Niederwasser in dem zu großen Bette Untiefen, der Fluß schlängelte von einem Ufer zum anderen, Gefällsunregelmäßigkeiten zeigten sich u. a. m. Deshalb wurde die 1890 begonnene neue Regulierung auf Niederwasserstand gestellt; in die Mittelwasserbahn wurde eine 290 m breite Niederwasserrinne gelegt, die für Schiffe mit 2 m Tiefgang stets passierbar bleiben soll. Über die Donauregulierung bei Wien z. B. Hoernes (5; 1062 ff.).

floß sie rechts auch zwischen Schwechat und Kroatisch Haslau an einem Steilufer, längs dem man auch gegenwärtig sehr hübsch die früheren Stromterrassen beobachten kann, zunächst die diluvialen,[1]) später (unterhalb von Kroatisch Haslau) auch die Arsenalterrasse; eine Wirkung der starken Seitenerosion, welche die Donau durch ihr uns bekanntes Rechtsdrängen ausübt. Links also schüttet sie auf, rechts gräbt sie sich immer tiefer ein und zerstört so nacheinander die jüngeren Terrassen durch Untergrabung, wodurch immer ältere an den Fluß zu liegen kommen.[2]) Durch das Auenland zur Rechten ist etwa 16 km unterhalb Wiens die Schwechat der Donau zugeflossen, nachdem sie ihr ein gutes Stück (rund 7 km) parallel gezogen ist; die einst sicherlich oberhalb des heutigen Ortes Schwechat gelegene Mündung des nordöstlich gerichteten Flüßchens ist durch die Schotteranhäufungen der Donau davor zurückgestaut und gegen Osten (vielleicht in einen älteren Donauarm) abgedrängt worden. Bei Fischamend erwarten wir den Eintritt der Fischa in die Donau; auch sie ist aber durch Anschüttungen des Hauptstromes mindestens auf 8 km hin gegen Osten verschleppt worden. — Schon vor Fischamend hat uns der Ausblick auf ein niedriges Hügelland im Süden (257—276 m) etwas Abwechslung gebracht: es wird als ein früher mit dem Wiener- und Laaerbergzuge zusammenhängendes[3]) und aus einer, wohl pontischen Schotterfläche durch stärkere Erosion herausgestaltetes und durch Dislokation noch im Pliozän etwas gehobenes Gelände aufgefaßt (19; 471). Während zur Rechten die Orte mit dem Steilufer meist nahe an den Strom herantreten, bleiben die Siedlungen links jenseits des Auen- und Anschwemmungsgürtels: so Orth mit seinem alten Schloß gegenüber Kroatisch Haslau, so Eckartsau mit dem prächtigen Barockbau seines Jagdschlosses u. a. 15 km unterhalb von Kroatisch Haslau sind wir bereits in Deutsch-Altenburg angekommen, zwischen dem und Petronell (südwestlich von Deutsch-Altenburg) das römische Standlager Carnuntum mit anschließender Zivilstadt lag.[4]) Links vom Fluß, der sich gegen Nordosten zu wenden beginnt, das Schlachtfeld von 1265 (Sieg Przemysl Ottokars II. von Böhmen über König Bela IV. von Ungarn). Die Berge, die nun rechts an den Strom heranreichen, sind die Ausläufer der Alpen, die (auch durch NW—SO verlaufende Querbrüche in einzelne Horste geschieden) zu den Kl. Karpathen jenseits der Donau hinüberleiten; so ist das Rosaliengebirge bei Wiener Neustadt vom Leithagebirge durch die Senke von Ödenburg (oder Ebenfurter Pforte) gesondert, das Leithagebirge im Spitzer Berg (265 m) vom 476 m erreichenden Hundsheimer Berg, an dessen Fuß Deutsch-Altenburg angeschmiegt ist, durch die Brucker oder Karnuntische Pforte, der Hundsheimer Berg, der im Gelände des nur 327 m aufragenden Pfaffenberges zum Strom herniedersteigt, vom kahlen, unmittelbar, ohne auch nur einer Straße Raum zu geben, in die Donau abfallenden[1]) Braunsberg (344 m) durch die Hainburger Pforte; in sie hinein hat sich das alte, schöne Hainburg gebaut, auf dessen Schloßberg (290 m) das Nibelungenlied in Etzels Burg das Brautpaar übernachten läßt. Deutlich sind die gleichen Abrasionsterrassen der wechselnden Größenphasen des pontischen Sees wie am Westrand des Wiener Beckens hier an den genannten Bergen an seinem Ostrande zu erkennen,[2]) in den Senken, deren miozäne Auffüllungen vielfach schon im Pliozän ausgeräumt sind, finden sich Schottermassen pontischer Ströme, die darauf hinweisen, daß damals die Donau durch die heute in ihrem Südteile von der Leitha benützte karnuntische, die March durch die Hainburger Pforte floß.[3]) Hinter Hainburg auf den Ausläufern des Braunsberges Ruine Röthelstein, links fällt der Blick auf das Hügelgelände des Thebener Kogels (314 m), in den der pontische See eine Reihe sehr schöner Strandterrassen eingekerbt hat und den auch die stark links andrängende March im Westen angenagt hat;[4]) 4 km unterhalb Hainburgs wendet sich die Donau, knapp ehe die dunkleren, langsamer fließenden Wasser der March von links den lichter grünen der schnelleren Donau sich zu vermischen trachten, plötzlich gegen Osten, ihr sechstes Durchbruchstal hat sie aufgenommen,

[1]) Bei Mannswörth (am Strome nahe von Schwechat) sind noch drei Terrassen übereinander zu sehen (19; 468).

[2]) Diesem Rechtsdrängen sind auch in unserer Donauweitung schon in historischer Zeit Ortschaften wie ein Teil der hier verlaufenden Römerstraße zum Opfer gefallen (19; 109).

[3]) Die Erosion von Donau, Schwechat und Fischa dürfte die Trennung bewirkt haben (19; 471).

[4]) Beste kurze Übersicht über die interessanten Funde von Carnuntum im „Exkursionsbuch" (Wien 1913) S. 325 ff. Die Zivilstadt breitete sich auf einer Fläche von über 10 qkm aus. „Die glänzende römische Provinzialstadt (in der Nähe von heißen Quellen) war wiederholt durch Kaiserbesuche ausgezeichnet." Die Stürme der Völkerwanderung fegten die Stadt hinweg; zahlreiche Kämpfe spielten sich damals zwischen Römern, Germanen und Slawen ab, an die wohl die eigentlichen Grabhügel einiger „tumuli" noch gemahnen (19; 480 f.).

[1]) Durch die starke Unterschneidung der hier aus Liaskalken aufgebauten Gehänge des Braunsberges sind „hoch hinaufreichende Unterhöhlungen des Ufers" entstanden (19; 473).

[2]) Der Hundsheimer Berg verschwand gelegentlich ganz unter dem Spiegel des pontischen Sees.

[3]) Das merkwürdige scharfe Knie, mit dem die Leitha in der Nähe von Rohrau (Niederösterreich), ihre bisherige nordöstliche Laufrichtung verlassend, gegen Südosten umschwenkt, wird (14; 175 ff.) entweder als Anzapfungsknie oder als Verschleppungsknie gedeutet. Die jungpliozäne, durch die Brucker Pforte gehende Donau, welche über die Parndorfer Heide floß und ungefähr 20 km unterhalb der Pforte sich mit einem scharfen Knie, ähnlich dem heutigen Donauknie bei Waitzen, nach Süden gewendet haben muß, hat die Leitha, wie wir dies jetzt noch im Schwechat- und Fischa-Unterlauf finden, parallel zu sich verschleppt.

[4]) Wahrscheinlich haben der Stempfelbach und der früher in die March mündende, jetzt zur Donau abgeleitete Rußbach auf die March einen Druck in der gleichen Richtung ausgeübt (19; 479).

die Senke der Porta hungarica[1]) zwischen dem Braunsberg und dem Thebner Kogel, der jenseits einer kleinen, früher wohl von einem pliozänen Marcharm, jetzt vom Orte Theben ausgefüllten (tektonisch vorgezeichneten) Tiefenfurche, den sog. Thebener Schloß- (oder Burg-)berg an den Strom vorschiebt.[2]) Die Burgruine auf ihm (212 m Höhe, 79 m über der Marchmündung) wird wohl den Schloßberg länger krönen als die Arpadsäule, die bis zum Weltkriegsende hier stolz den Eingang in ungarisches Machtbereich verkündete; die Tschechoslowakei hat nunmehr wohl als Nachfolgerin des Großmährischen Reiches, das unter Svatopluk bis hierher seine Grenzen vorgetragen hatte, diesen Platz wieder in Besitz genommen: die Grenze der Tschechoslowakei gegenüber Österreich zieht heute inmitten der March und greift nach deren Mündung auch auf das südliche Donauufer über —, wie auch einst die Thebener Au auf dem rechten Ufer zu Ungarn gehört hatte. Die Enge der Porta hungarica ist, wenngleich durch die, von der Donau schon im Durchbruch selbst gebildete Thebener Au auf dem einen Ufer gemildert,[3]) nicht weniger reizvoll, doch freilich viel kürzer als ihre Geschwister an der oberen Donau. Der seltsam zerklüftete, steil zu March und Donau abfallende Thebener Schloßberg gibt den Grundton an, ein kleiner Wachtturm über dem Strom raunt von Sage wie irgend ein Felsennest der Wachau, die deutlich am Burgberg sichtbaren Befestigungen lassen gleich Dürnsteins Mauern Bilder längst vergangener Tage neu erstehen.[4]) Die wohl ebenfalls durch eine tektonische Quersenke vorgebildete Porta hungarica (19; 476 f.) ist eigentlich ein jungpliozänes March-Durchbruchstal.[5]) Die March hatte bereits ihren Bogen um den Braunsberg herum und durch die karnuntische Pforte durch Einschneiden in die weichen Schichten der Porta hungarica an der schmalsten Stelle, dem „Halse" dieses Bogens aufgegeben, also die Porta hungarica durchflossen, ehe die stärkere und höher fließende Donau von ihrem Wege durch die karnuntische Pforte über ihre bisherige, wohl nur niedrige, aus leicht zerstörbaren Gesteinen bestehende Wasserscheide zur Stelle der heutigen Mündung der damals langsamer, aber tiefer strömenden March abgelenkt wurde.[6])

Wir sind an der Grenze der Tschechoslowakei und damit am Ende unserer Donaureise. Viele Fragen, die dem Strome gelten müßten, konnten kaum angedeutet werden: seine physiogeographischen Eigenschaften (Farbe, Wassermenge, Geschiebeführung, Gefälle), seine Rolle in der Geschichte, seine Verkehrsbedeutung. Aber auch die Probleme, die wir berührten, sind noch nicht überall zu völliger Durchsichtigkeit gediehen; es mangelt vielfach (z. B. beim Passauertal) an genügenden Beobachtungen und gelegentlich widersprechen sich auch die Lösungsversuche, so daß sich noch genügend oft ein Fragezeichen erhebt. Über allem aber liegt mit sonniger Klarheit die Schönheit der von unserem Strome durchzogenen Landschaften. Freilich, die Donau ist nun einmal gegenüber dem Rheine ein Stiefkind, nicht der Natur, wohl aber der Menschen. Ihre Reize sind um nichts geringer, in ihrer Unberührtheit vielleicht sogar anziehender als die des westlichen berühmteren Bruders. Der Strom teilt das Schicksal des gesamten Deutsch Österreichertums: seltener als die deutschen Kernlande den Sänger für seine stillere Eigenart und den verständnisvollen Betrachter gefunden zu haben, der nicht laut herbeigerufen, doch gekommen wäre.

Übersicht der wichtigsten Literatur.

1. Norb. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen (Bibliothek länderkundlicher Handbücher, herausgeg. von A. Penck, Bd. 1). Stuttgart 1913.

2. A. Penck, Die Donau (Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, 31. Bd., 1891, S. 1—101).

3. Ed. Sueß, Über die Donau (Vortrag, gehalten in der Akademie der Wissenschaften). Wien 1911.

4. Franz Ed. Sueß, Bau und Bild der Böhmischen Masse (Bau und Bild Österreichs, Teil 1). Wien und Leipzig 1903.

5. R. Hoernes, Bau und Bild der Ebenen Österreichs (Bau und Bild Österreichs, Teil 4). Wien und Leipzig 1903.

6. R. Hödl, Die Landschaftsformen an der Grenze zwischen der Böhmischen Masse und dem Alpenvorland in Niederösterreich (Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich, Neue Folge III, 1904, S. 261—298).

7. M. Brust, Die Exkursion des geographischen Instituts der Wiener Universität ins österr. Alpenvorland und Donautal (Geographischer Jahresbericht aus Österreich, Bd. IV, Wien 1906, S. 86 ff.).

8. Ferd. Schnabl, Die Exkursion d. geogr. Inst. d. Wien. Universität nach Enns, Linz und Krems 1908 (ebenda, Bd. VIII, Wien 1910, S. 181 ff.).

9. Heinr. Güttenberger, Exkursion des Seminars für historisch-politische Geographie der Wiener Universität in die Wachau (ebenda, Bd. X, Wien 1912, S. 199 ff.).

10. A. Penck, Das Durchbruchstal der Wachau und die Lößlandschaft von Krems (Exkursionsführer für den 9. internationalen Geologenkongreß in Wien = Führer für die geologischen Exkursionen in Österreich). Wien 1903.

11. Herm. Graber, Geomorphologische Studien aus dem oberösterreichischen Mühlviertel (Petermanns Mitteilungen 1902).

12. Der Dunkelsteiner Wald (bearbeitet von jungen Wiener Geographen; Geogr. Jahresber. aus Österr. Bd. XI, 1915, S. 66 ff.).

13. H. Hassinger, Geomorphologische Studien aus dem inneralpinen Wiener Becken und seinem Randgebirge

[1]) Die „ungarische" Pforte wird wohl ihren Namen ändern müssen.

[2]) Über dieses Gebiet auch Schaffer (15²; 17 ff.).

[3]) Durch die Thebener Au zieht, den Braunsberg im Nordosten umklammernd, ein schmaler Donauarm, der sich erst einige Kilometer weiter abwärts mit dem Hauptstrom vereinigt; wahrscheinlich war er früher der Hauptstrom (19; 475)

[4]) Wertvolles historisches Material bei Götzinger und Leiter (19; 479 ff. u. 497 ff.). Der Mündungswinkel zwischen March und Donau sah bereits eine keltische Siedlungsanlage.

[5]) Eine weitere Quersenke gleich etwas weiter nördlich hinter dem Thebener Kogel bei Blumenau.

[6]) Eine andere Ansicht äußert Hassinger (14; 195). Er hält die tektonisch angelegte Porta hungarica für die Eintrittspforte der pliozänen March nach Ungarn, die Hainburger Pforte aber nicht für ein Marchtal, sondern für den untersten Abschnitt eines Rußbaches, den er sich zur Zeit, als die Donau durch die Brucker Pforte ging, erst innerhalb des Pannonischen Beckens mit der March vereinigen läßt.

(Geographische Abhandlungen, herausgegeben von A. Penck, Bd. VIII/3). Leipzig 1905.

14. Derselbe, Beiträge zur Physiogeographie des inneralpinen Wiener Beckens und seiner Umrandung (Festband, A. Penck zur Vollendung des 60. Lebensjahres gewidmet, S. 160—197). Stuttgart 1918.

15. Franz X. Schaffer, Geologischer Führer für Exkursionen im Wiener Becken (Sammlung geologischer Führer, 12, 13 u. 18). Bd. 1: Das inneralpine Becken der nächsten Umgebung von Wien, 1. Teil (1907); Bd. 2: Das inneralpine Becken, 2. Teil (1908); Bd. 3: Eggenburg und Umgebung (1913). Berlin.

16. V. Fadrus, Die Wiener Bucht (Studien zur Heimatkunde von Niederösterreich, herausgeg. v. A. Becker, Bd. 2, S. 8—159). Wien 1913.

17. Derselbe, Das Alpenvorland und seine nördlichen Randlandschaften (ebenda, Bd. 1, S. 56—75). Wien 1910.

18. G. Götzinger und H. Leiter, Geographische Exkursion auf den Michelberg und Waschberg bei Stockerau (Geographischer Exkursionsführer für die Umgebung von Wien, 1). Wien 1914.

19. Dieselben, Zur Landeskunde des Donaudurchbruches der Porta Hungarica und ihrer Umgebung (Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien 1914, S. 466 ff. und 497 ff.).

20. H. Beck und H. Vetters, Zur Geologie der Kleinen Karpathen (Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, Bd. XVI, 1903, S. 7 ff.); mit lehrreicher geologischer Karte der Umgebung der Porta hungarica.

21. R. Reich, Die österreichische Donau als Schiffahrtsstraße (Die freie Donau, Bd. VI, 1921, S. 555 ff.).

22. Das Donautal von Passau bis Preßburg (illustr. Reiseführer); bearbeitet von Othm. v. Leixner. Wien 1918.

23. Donaufahrt Passau—Linz—Melk—Wien (Hendschels Luginsland, 28; illustr. Reiseführer); bearb. von J. A. Lux. Frankfurt a. M. 1912.

24. Karte der Donau von Ulm bis zur Mündung 1 : 125 000. Nach amtlichen Quellen bearbeitet. Wien (Verlag der Ersten Donaudampfschiffahrtsgesellschaft) o. J. (1920).

Axiom und Erfahrung.

Zu Friedr. Dahls „Krit. Betrachtungen über die Grundlagen der Relativitätstheorie Einsteins" [in Heft 3 lfd. Jahrg.].

Von Dr. **B. de Rudder.**

[Nachdruck verboten.]

Wenn in Kreisen von Nichtphysikern immer noch für oder gegen die Relativitätstheorie geschrieben wird, so halte ich dieses Vorgehen für ganz unnötig. Denn die Relativitätstheorie ist letzten Endes eine rein physikalische Angelegenheit und der Streit um sie wird also wohl am besten unter Physikern zum Austrag kommen. Daher sollen uns hier Dahls philosophische Ausführungen nicht weiter beschäftigen; ich wende mich hier lediglich gegen die im zitierten Aufsatz von Dahl vertretene Anschauung, wonach die Axiome der Geometrie Erfahrungssätze darstellen sollen, eine Anschauung aus der Zeit des von Dahl selbst zitierten Buches von 1874. Sie läßt alle neueren, so wichtigen Erkenntnisse unberücksichtigt. In einer Zeit aber, in der auf allen Gebieten über Erkenntnistheorie diskutiert wird, scheint Klarheit über den Axiombegriff für jeden naturwissenschaftlich Interessierten nicht wertlos zu sein.

Ich darf wohl als allgemein anerkannt feststellen, daß die geometrischen Sätze sich zurückführen lassen auf eine Reihe logisch einfachster Sätze, eben die Axiome. Als Beispiele nenne ich das Parallelenaxiom, das Axiom von der Winkelsumme im Dreieck, das Geradenaxiom (von der kürzesten Verbindung zweier Punkte). Nehmen wir diese Axiome einmal als gegeben an, so läßt sich aus ihnen auf rein deduktivem Wege die ganze Geometrie entwickeln. Bleibt also zu erörtern, welchen Ursprung, welchen erkenntnistheoretischen Charakter diese Axiome selbst besitzen. Offenbar existieren nur 3 Möglichkeiten: Entweder

1. die Axiome sind synthetische Urteile a priori im Sinne Kants; oder
2. die Axiome stellen Erfahrungssätze dar; oder
3. die Axiome sind „Setzungen", „freie Schöpfungen des menschlichen Geistes" (Einstein [1]), „Uhbunt-Sätze" (= „unbeweisbar hingestellte Beweisunterlagen" (Isenkrahe [2])).

ad 1. Wären die Axiome synthetische Urteile a priori im Sinne Kants, so wäre es, wie Poincaré bereits betont hat, undenkbar, daß durch Leugnen eines solchen Urteils logisch völlig widerspruchsfreie „theoretische Gebäude" konstruiert werden könnten. Solche Gebäude, in denen z. B. das Dreieckswinkelsummenaxiom oder das Parallelenaxiom geleugnet werden, stellen aber die „Metageometrien" dar, d. h. Geometrien für Räume mit innerer Krümmung, wie sie v. Helmholtz (4) so anschaulich in seinen klassischen Vorträgen beschrieben hat; nämlich die Gaußsche Geometrie der Sphäre und die Lobatschewskische Geometrie der Pseudosphäre.

Nach Ablehnung dieser ersten Möglichkeit kommen wir somit

ad 2. Es hat, oberflächlich betrachtet, zunächst den Anschein, als ob die Geometrie sich als eine Erfahrungswissenschaft darstelle. Daß dies hingegen nicht zutrifft, sondern auf einen immer wiederholten logischen Fehler zurückzuführen ist, werden wir sehen. (Daß Dahl denselben Fehler beging, wird dann klar sein.) Nach Aufstellung genannter Metageometrien lag es nahe, zwischen den nun logisch möglichen und logisch gleichwertigen Geometrien von Euclid (ohne „Raumkrümmung"), Gauß (mit + Krümmung) und Lobatschewski (mit — Krümmung) das Experiment entscheiden zu lassen. Da in jeder der Metageometrien die Dreieckswinkelsumme größer bzw. kleiner als 180° sein muß, schlug man dieses Axiom z. B. zur Prüfung vor. (Lobatschewskis Dreieck aus dem größten Erdbahndurchmesser

und den Abständen der Endpunkte dieses Durchmessers vom Sirius als Seiten [vgl. bei Helmholtz l. c.]). Noch der große Helmholtz (l. c.) hatte den Fehler dieser Schlußweise mitgemacht. Aber schon Poincaré (3) (ob als erster, entzieht sich meiner Kenntnis) wies darauf nachdrücklichst hin. In neuerer Zeit hat Dingler (5) (NB.! ein Gegner der Relativitätstheorie) die Verhältnisse sehr anschaulich dargelegt. Nämlich:

Ein grundlegendes Axiom bei Euclid besagt die Gleichwertigkeit aller Raumpunkte; mit anderen Worten, es setzt fest, daß ein gegebenes mathematisches (nicht physisches) Raumgebilde seine Form nicht ändert, wenn es sich im Raume (oder in der Zeit) bewegt. Dieses Axiom bildete, worauf J. Schneider (6) aufmerksam macht, sozusagen die Klippe für Helmholtz. Er definierte es nämlich als den Satz vom „Starren Körper", er sprach also damit das Erfülltsein dieses Satzes für ein physisches, starres Gebilde aus. Man definierte einen Körper als starr, wenn er bei Verbringung von einem Ort des Raumes an einen anderen Ort keine weitere Gestaltsveränderungen erleide, als die uns bekannten (durch Temperatur, Druck usw.) insbesondere also keine, welche nur durch die veränderte Lage im „Raume" und in der „Zeit" bedingt sei. Als in diesem Sinne „starre" Körper war man aber gewohnt, unsere Materialien für Instrumente zu betrachten. Mit diesen Instrumenten ging man dann an die Prüfung der Gültigkeit der Euclidschen Geometrie in unserer Erscheinungswelt, ohne sich bewußt zu werden, daß man eben dieser Prüfung ganz unbewußt bereits eines der Hauptaxiome Euclids zugrunde legte, daß man sozusagen mit dem Instrument das Axiom in das Experiment hineintrug — um es hocherfreut dann bestätigt zu finden; eine Bestätigung, die man bei logischer Prüfung der Methode hätte vorhersagen können, die also keine Bestätigung war. Man unterscheide doch endlich zwischen der ganz abstrakt definierten Linie in der Geometrie und zwischen der Linie als Grenze zweier Flächen eines physischen Körpers. Erstere kann sich definitionsgemäß im Raume Euclids nicht ändern, letztere dagegen sehr wohl in einem Raume (uns keineswegs gegebener Struktur) und diese Änderung würde uns in aller Ewigkeit entgehen, da ja alle unsere Instrumente dieselbe Änderung erfahren müßten. [Es ist daher streng genommen auch falsch, zu sagen Einsteins Raum sei „gekrümmt", sondern man müßte sagen, es lassen sich gewisse physikalische Vorgänge durch Gleichungen aus einer gewissen Art von Metageometrie (welche bei Einstein durch die Energiedichte definiert wird) besser beschreiben oder darstellen.] Ganz analog ging es mit Versuchen, durch Lichtexperimente Euclids Axiome zu verifizieren (vgl. hierzu Dingler l. c.). Man ermittelte optische Gesetze unter der (z. T. stillschweigenden) Annahme geradliniger Lichtausbreitung im Raum, also unter Zugrundelegung der Axiome Euclids und die folgenden Physikergenerationen nahmen diese optischen Gesetze (ohne an ihre Ableitung zu denken) und bewiesen mit ihnen umgekehrt, daß Licht sich geradlinig fortpflanze, daß unser Raum also „euclidisch" sei. Wir müssen wohl merken: Experimente liefern uns niemals „Beziehungen der Körper zum Raume" oder „wechselseitige Beziehungen von Raumteilen" sondern nur „Beziehungen der Körper zueinander". („Wenn Sie alle Holzstücke eines Schiffes gemessen haben, so haben Sie viele Gleichungen, aber das Alter des Kapitäns kennen Sie deshalb doch nicht." Poincaré l. c.)

Wenn aber die historische Entwicklung diesen falschen, unlogischen Weg gegangen ist, d. h. wenn sie unserer Erscheinungswelt die Geometrie Euclids zugrunde legte, so beweist das aber doch gar nichts für oder gegen Axiome als Erfahrungstatsachen, wie Dahl glaubt. Vielmehr ist der Grund zur Wahl der Euclidschen Geometrie in dem Umstande zu suchen, daß die Axiome Euclids uns einfacher erscheinen als die von Gauß und Lobatschewski. Diese „größere Einfachheit" zu untersuchen, liegt aber außerhalb des Rahmens unseres heutigen Themas. Wer sich dafür interessiert, den verweise ich u. a. auf die Ausführungen von Poincaré (l. c.) und Cassirer (7).

Mußten wir somit auch die zweite Möglichkeit, zu Axiomen zu gelangen, nämlich die Prüfung an der Erfahrung, als nicht zutreffend erkennen, so bleibt uns per exclusionem nur die Feststellung, daß Axiome willkürliche Setzungen darstellen und daß für die Entscheidung für oder gegen ein Axiom niemals ein Zwang vorliegen kann. Isenkrahe (l. c.) hat dieser Tatsache sehr treffend in den Worten Ausdruck gegeben: „Wenn jemand einen axiomatischen Satz als wahr, richtig, zutreffend hinnimmt, so beruht diese Fähigkeit — da ja den „Axiomen" keine Beweise beigefügt sind — lediglich einerseits auf dem Eigenlicht, der Leuchtkraft, der Apparenz dieses Axioms, andererseits auf der Einsicht, der Perspizienz, der Auffassungskraft des betreffenden Intellekts. Das Zusammentreffen bzw. Zusammenwirken dieser beider Faktoren, des objektiven und subjektiven, ist erforderlich für die „Evidenz" des Axioms. Und so ist es möglich und oft genug der Fall, daß ein und dasselbe Axiom für den einen Menschen evident, für den anderen nicht evident ist. Daher kann prinzipiell jedes Axiom eine Trennungsstelle bedeuten und wenn dabei die begriffliche Trennung in einer scharfen, kontradiktorischen Form geschieht, so liegt stets klar vor Augen ein Scheideweg, an dem Jasager und Neinsager auseinandergehen."

Literatur.

1. Einstein, Alb., Geometrie und Erfahrung. Berlin 1921.

2. Isenkrahe, Zur Elementaranalyse der Relativitätstheorie. Braunschweig.

3. Poincaré, H., Wissenschaft und Hypothese. Deutsch bei Teubner, Leipzig.

4. Helmholtz, H. v., Vorträge und Reden.
5. Dingler, Hugo, Ein Grundproblem der modernen Physik. Annal. d. Naturphil. XIV/2.
6. Schneider, J., Das Raumzeitproblem bei Kant und Einstein. Berlin 1921.
7. Cassirer, Ernst, Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen. Berlin 1921.

Einzelberichte.

Zur Theorie der Liesegangschen Ringe.

Versetzt man eine mit etwas Kaliumchromat getränkte Gelatineschicht mit einem Tropfen Silbernitratlösung, so diffundiert dieser allmählich in die Schicht hinein, wobei eine Ausfällung des unlöslichen starkfarbigen Silberchromats entsteht, die bei geeigneten Versuchsbedingungen nicht stetig, sondern periodisch ist. Die Ausfällung findet in Zonen statt, die von fällungsfreien Zwischenräumen unterbrochen sind. Der im allgemeinen runden Form des aufgebrachten Tropfens entsprechend haben die Fällungszonen ringförmige Gestalt: nach ihrem Entdecker Liesegangsche Ringe genannt.[1]) In neuerer Zeit haben Hatschek und Holmes andere Bedingungen angegeben, unter denen die Liesegangschen Schichtungen in besonders auffallender Weise entstehen.[2]) Die Theorie dieser Erscheinung ist noch nicht befriedigend. Wilh. Ostwald begründete sie damit, daß der ausgefällte Stoff, also beispielsweise das Silberchromat, zunächst in übersättigter Lösung sei, die infolge ihrer Instabilität oberhalb gewisser Konzentrationen auskristallisiere. Inzwischen ist diese Lösung diffundiert, also vom ursprünglichen Ort weggewandert, so daß eine niederschlagsfreie Zone von einer farbigen gefolgt ist. Holmes ergänzte diese Auffassung damit, daß er auf die Verminderung der Konzentration der Reagentien infolge der Ausfällung hinwies. Infolgedessen werden die Reagentien nach der Ausfällungszone hindiffundieren, so daß diese wächst, von ihr entfernt jedoch tritt eine Konzentrationsarmut ein, so daß eine niederschlagsfreie Zone hinterbleibt.[3])

Nunmehr macht M. H. Fischer (Cincinnati) gegen diese Deutungen den berechtigten Einwand, daß sie wohl die Entstehung einer Zone erklären, nicht aber die einer ganzen Reihe von oft nach Dutzenden zählenden Ringen verständlich machen.[4]) Denn Liesegangsche Ringe werden in guter Form nur von solchen Niederschlägen gebildet, die sog. „halbdurchlässige Membranen" darstellen, wie sie aus osmotischen Versuchen bekannt sind, z. B. das von Pfeffer benutzte Kupferferrocyanid. Nun sind diese Wände zwar für gewisse molekular gelöste Stoffe durchlässig, nicht aber für die membranbildenden Substanzen! Wenn also ein Silberchromatring gebildet ist, so ist er undurchlässig für die hochkonzentrierte Silbernitratlösung, so daß mithin diese nicht noch einen zweiten Ring ausfällen könnte. Fischer bestreitet nicht, daß zunächst, also in der Zeit unmittelbar nach der ersten Ausfällung wirklich eine undurchlässige Membran entsteht. Diesem Primärvorgang folgt aber ein sekundärer, darin bestehend, daß die Membran durchlässig wird. Zur Begründung dieser Auffassung wird daran erinnert, daß Liesegangsche Schichtungen bisher nur beobachtet wurden, wenn eine Flüssigkeit vorhanden war. Die zuerst sich bildende Membran stellt eine hydratisierte, oder allgemeiner, solvatisierte Membran dar, d. h. eine solche, an deren Aufbau das Lösungsmittel einen innigen, wenn im einzelnen auch noch nicht völlig erklärten Anteil hat. Solche frisch dargestellten, mit dem Lösungsmittel noch bis in feinste Partien durchsetzte Membranen sind amorph, strukturlos. Während ihres Bestehens diffundiert nun der in geringerer Konzentration befindliche Stoff (im angezogenen Beispiel das Chromat in der Gelatine) gegen die undurchlässige Membran, so daß diese also verdickt wird, der Ring wird breiter; zugleich aber entsteht unter der Membran eine von dem diffundierten Stoff weitgehend freie Zone. Nun aber, und das ist der zweite Vorgang, „altert" die Membran, sie desolvatisiert sich, d. h. der Niederschlag befreit sich aus dem innigen Gewebe mit der Flüssigkeit, indem er Struktur bekommt, kristallin wird. Im kristallinen Zustand aber nimmt der Niederschlag nicht den gleichen Raum ein wie amorph. Die Membran wird also Löcher bekommen, sie wird, wenn auch nur in beschränktem Maße durchlässig werden. Nunmehr kann die konzentrierte (hier: die Silbernitrat)lösung durch die Membran treten. Anfangs wird sie nichts ausfällen, da zu wenig von dem niedrig konzentrierten Stoff vorhanden ist, so daß das zur Ausfällung nötige Löslichkeitsprodukt des Niederschlags nicht erreicht wird. Es hinterbleibt also eine freie Zone; erst in einer gewissen Entfernung vom ersten Ring, wo die Konzentration des zweiten Stoffes ausreichend ist, wird ein neuer Ring sich bilden, worauf die ersten Stufen des Umsatzes sich wiederholen.

Diese Auffassung Fischers erklärt aufs Beste die Tatsache, daß manche Fällungen niemals, andere nur unvollkommen, eine Anzahl Fällungen vorzügliche Liesegangschichtungen bilden. Im ersten Fall (z. B. Barium- oder Calciumsulfat) handelt es sich um Niederschläge, die nur geringe Hydratationsfähigkeit besitzen oder schnell kristallisieren. Andererseits gelingt die Darstellung selbst der klassischen Liesegangringe oft nur

[1]) Vgl. „Einiges über Liesegangsche Ringe", v. Verf., Prometheus 30, S. 409, 1919.
[2]) „Abnorme Liesegangsche Schichtungen", Ref. v. Verf., Naturw. Wochenschr. N. F. 20, S. 92, 1921.
[3]) Journ. of the Americ. Chem. Soc. 40, S. 1187, 1918.
[4]) Kolloid-Zeitschr. 30, S. 13, 1922.

bei ganz bestimmten Versuchsbedingungen. Dies ist nunmehr ebenfalls verständlich, denn alle Umstände, die auf die Struktur der Niederschlagsmembranen einwirken, wie Konzentration, Temperatur, Neutralsalze usw. beeinflussen notwendigerweise die Art der Fällungen. Insbesondere ihr Rhythmus wird durch die mitgeteilten kolloidchemischen Erwägungen gut begründet.

H. Heller.

Rohrzucker im Schilfrohr.

Insbesondere in französischen Fachzeitschriften wird immer wieder behauptet, die Wurzeln des gewöhnlichen Schilfrohres enthielten 25—30 % (!) Rohrzucker, die man in Deutschland zu isolieren und zur Grundlage einer gewinnbringenden Industrie zu machen suche. Sämtliche Behauptungen sind frei erfunden. Sabalitschka[1]) nahm im November mehrere Proben aus den Wurzeln und stellte darin im Höchstfalle 5 % Saccharose und 1 % reduzierende Zucker fest. Nunmehr teilt auch E. O. v. Lippmann[1]) eine Untersuchung an im Frühsommer gewonnenen Wurzeln mit. Ihr Ergebnis lautet dahin, daß in einigen wenigen Wurzeln 3—3,5 % Rohrzucker gefunden wurde, in der überwiegenden Mehrzahl jedoch nur 1—3 % neben ganz unbedeutenden Mengen reduzierenden Zuckers. Wurzeln von Pflanzen, die schon geblüht und Kolben angesetzt hatten, waren zuckerfrei. Einen Rohstoff für die Zuckergewinnung stellen die Schilfrohrwurzeln in keinem Fall dar.

Man kann angesichts dieser durchaus vertrauenswürdigen Befunde, denen analytische Belege von französischer Seite nicht entgegengestellt worden sind, nur annehmen, daß die mit entsprechenden Kommentaren versehenen französischen Meldungen auf — politischen Phantasien beruhen.

H. H.

[1]) Chemiker-Zeitung 45, Repert. 82, 1921.

[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch. 54, S. 3113, 1921.

Bücherbesprechungen.

Hörnes, Moriz, Das Gräberfeld von Hallstatt, seine Zusammensetzung und Entwicklung. 45 S. 80 Textabb. Leipzig 1921, Kurt Kabitzsch. Brosch. 30 M.

Bei dem Orte Hallstatt im Salzburgischen wurde im Jahre 1846 ein großes Gräberfeld aufgedeckt, dessen reiche Funde so wertvolle Aufschlüsse für die Vorgeschichte ergaben, daß nach diesem Gräberfelde eine ganze vorgeschichtliche Periode ihren Namen erhielt. Leider fiel jedoch die Ausbeutung dieses Gräberfeldes in eine Zeit in der die Gesichtspunkte, welche die moderne Forschung bei der Ausgrabung eines solchen Gräberfeldes zu beachten pflegt, noch nicht erkannt waren. So wurden denn die Funde auseinander gerissen, zerstreut, nur ein Teil in Wien geborgen. Wohl wurden fast alle auf dem Gräberfelde aufgedeckten Funde bereits damals von einem Archäologen von Weltruf, von Ed. von Sacken, bearbeitet; sein Buch über diese Funde stellte auch für damals — vor bald 50 Jahren — eine sehr bedeutende Leistung dar, kann aber den heutigen Ansprüchen unserer Wissenschaft selbstverständlich nicht mehr genügen. Schon längst hätte es deshalb das Gräberfeld verdient, noch einmal unter besonderer Berücksichtigung der heute die Forschung interessierenden Gesichtspunkte neu veröffentlicht zu werden. Wieviel aus dem Gräberfelde bei sorgfältigen Studien noch immer herauszuholen war, hat H. in mehreren kleinen, in verschiedenen Zeitschriften veröffentlichten Studien gezeigt. Vor allem galt es die Fundprotokolle zu den in dem Wiener Hofmuseum geborgenen Gräbern zu veröffentlichen, weil uns diese Fundberichte wertvolle Anhaltspunkte für die Chronologie des Gräberfeldes bieten. Hand in Hand hätte dabei das ganze Material noch einmal durchgearbeitet werden müssen, wobei sich auch weitere Anhaltspunkte für chronologische Untersuchungen ergeben haben würden. Für eine derartige Arbeit hat jedoch die Direktion des Hofmuseums in Wien bislang kein Verständnis gezeigt; so ist sie bis heute unterblieben. Um so willkommener wird in den Fachkreisen die vorliegende posthume Arbeit von H. sein, die wenigstens einem Teil des dringenden Bedürfnisses entgegenkommt, indem sie uns die Fundprotokolle zugänglich macht, und an der Hand derselben das gesamte von dieser Fundstelle bekannte Material auf seine Chronologie hin durchzuarbeiten versucht. Diese Bearbeitung hat H. dazu geführt, in dem Gräberfelde zwei verschiedene Stufen festzustellen, eine weitere Stufentrennung jedoch abzulehnen. Wenn man auch in manchen Punkten von der Hörnesschen Darstellung abweichender Ansicht sein wird, so wird doch das Werk wegen der sorgfältigen Publikation der Fundberichte für immer zu den grundlegenden Arbeiten über das Gräberfeld von Hallstatt sowohl wie für die gesamte europäische Vorgeschichte gehören. Leider ist der Preis des Werkes außerordentlich hoch gegriffen. Außerdem sind auch die Abbildungen sehr wenig dem Inhalt angepaßt.

Berlin. Hugo Mötefindt.

Mahr, Adolf, Die prähistorischen Sammlungen des Museums zu Hallstatt. Materialien zur Urgeschichte Österreichs. Herausgegeben von der Wiener prähistorischen Ge-

sellschaft. Redigiert von Georg Kyrle. Leipzig 1921, Kurt Kabitzsch. 63 S. 8 Taf.

Die vorliegende Schrift von Adolf Mahr bietet eine wertvolle Ergänzung zu der oben besprochenen Abhandlung von Moritz Hörnes. M. hat sich der Mühe unterzogen, die 1015 Inventarnummern umfassende Sammlung des kleinen Hallstätter Ortsmuseums einmal systematisch aufzunehmen und in zusammenfassender Darstellung zu verarbeiten. Das Museum in Hallstatt ist erst verhältnismäßig spät gegründet (1884). Zu diesem Zeitpunkt war die bereits durch nahezu vier Jahrzehnte fortgeführte Ausgrabungen ausgebeutete Nekropole so gut wie erschöpft. Trotz allem gelang es noch, sehr viele interessante Funde von dort zusammenzubringen. Darunter befinden sich immerhin noch 26 intakte Gräber, die von dem Hallstätter Museumsverein ausgegraben sind und deren Inventar hier erstmalig in einwandfreier Form veröffentlicht wird. Außerdem gelang es dem Museum, einen Teil der auf dem Gräberfelde in früheren Jahren gemachten Funde wieder an sich zu ziehen, die durch private Grabungen, Raubgräbereien usw. in den Besitz von Privatleuten gelangt und dadurch der Wissenschaft so gut wie entzogen waren. Daneben enthält das Museum auch einige interessante Funde aus dem Salzbergwerk sowie einige Ansiedlungs- und Streufunde aus der Umgegend, von der Steinzeit bis zur Römerzeit. Die römischen Funde werden freilich — entsprechend der österreichischen Auffassung von der Abgrenzung der Vorgeschichte — leider nicht mit berücksichtigt. Die wissenschaftliche Verarbeitung der Funde durch M. befriedigt alle Ansprüche, und die beigegebenen Abbildungen sind hervorragend, direkt mustergültig, ausgeführt. Der Verf. sowohl wie auch die Wiener Prähistorische Gesellschaft haben sich mit der vorliegenden Veröffentlichung entschieden ein großes Verdienst erworben; denn solche kleinen Museen bleiben, selbst trotz der in ihnen enthaltenen schönen Funde, den Fachgenossen zumeist unbekannt, wenn nicht ausführliche Veröffentlichungen über sie erfolgen. Wir möchten deshalb am Schluß unserer Besprechung dem Wunsche Ausdruck geben, daß es der Wiener Prähistorischen Gesellschaft die Verhältnisse recht bald wieder gestatten möchten, weitere Hefte derselben Serie bearbeiten und herausgeben zu können.

Berlin. Hugo Mötefindt.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Herausgegeben von A. Engler. Leipzig 1921, W. Engelmann. 75. Heft 128 M.; 76. Heft 136 M.; 77. Heft 124 M.; 78. Heft 144 M.

Die neuen Hefte des großen Werkes begrüßen wir freudig als Zeichen, daß dies riesige literarische Unternehmen des Altmeisters der Pflanzensystematik in rüstigem Weiterschreiten begriffen ist. K. H. Zahn behandelt in den Heften 75—77 die ungeheuer formenreiche Kompositengattung Hieracium und zwar die Sektionen Glauca, Villosa, Barbata, Cerinthoidea, Oreadea, Stelligera, Vulgata, Lanatella, Lanata, Pannosa, Heterodonta, Alpina, Amplexicaulia, Intybacea, Prenanthoidea und den Anfang der Sectio Tridentata. A. Brand behandelt die Formen innerhalb der Familie der Borraginaceae, die sich um die Gattung Cynoglossum ordnen lassen. Alle Hefte sind mit einer großen Zahl von Originalzeichnungen versehen. Möge auch fürder das „Pflanzenreich" der Not der Zeiten erfolgreich trotzen und die Hoffnung aufrecht erhalten, daß es eines, wenn auch wohl noch recht entfernten, Tages vollendet dastehen wird!

Miehe.

Molisch, Prof. Dr. H., Mikrochemie der Pflanze. 2. Aufl. mit 135 Textabb. Jena 1921, G. Fischer. 58 M.

Molisch hat ganz recht, wenn er in der Einleitung zu diesem Buche die Mikrochemie, an deren Ausbau er selber mit zahlreichen Einzeluntersuchungen erfolgreich gearbeitet hat, preist. In der Tat sind durch die Vereinigung mikroskopischer und chemischer Methoden noch Einzelheiten in der chemischen Beschaffenheit der Organismen aufzudecken, an die der Chemiker allein nicht hoffen kann, heranzukommen. Dazu gesellt sich der weitere Vorteil, daß der Mikrochemiker nicht nur Aufschluß über das Vorkommen winziger Stoffmengen geben kann, sondern vielfach auch über den Ort des Vorkommens. Freilich haften den mikrochemischen Reaktionen auch Mängel an, manche sind nicht deutlich genug, andere nicht hinreichend eindeutig. Was aber an sicheren Daten durch diese überaus anziehende Wissenschaft zu erzielen ist, das zeigt das vorliegende Werk, das kurz vor dem Kriege zuerst erschien und nunmehr seine zweite Auflage erlebt. In der Zwischenzeit hat die Mikrochemie der Pflanzen, nicht zum wenigsten durch die Arbeiten des Verf.s und seiner Schüler, manche Förderung erfahren. Die neue Auflage ist infolgedessen auch ziemlich beträchtlich umgearbeitet und erweitert. In dem allgemeinen Teile werden die Arbeitsweise und die Hilfsmittel des Pflanzenmikrochemikers genauer geschildert. Dann werden im speziellen Teile in chemisch-systematischer Anordnung die Stoffe behandelt, deren mikrochemischer Nachweis im Pflanzenkörper möglich ist. Zahlreiche Abbildungen, die meisten nach eigenen Präparaten angefertigt, erläutern Fällungsbilder, Kristallformen, zum Teil auch anatomische Einzelheiten. Erwähnung verdienen noch die ausführlichen Literaturnachweise am Ende der Hauptabschnitte, sowie zum Schluß ein Autoren- und Sachregister. Es ist kaum notwendig, darauf hinzuweisen, wie nützlich, ja unentbehrlich das Molischsche Buch ist, für den Botaniker sowohl wie für alle, die sich mit Pflanzenstoffen beschäftigen müssen, also für den Apotheker, den Nahrungsmitteluntersucher und den Chemiker.

Miehe.

Neumayr, M., Erdgeschichte. 3. Aufl., bearbeitet von F. E. Sueß. I. Band: Dynamische Geologie. Mit 132 Textabb., 6 Farbentafeln, 24 meist doppelseitigen schwarzen Tafeln und 2 farbigen Kartenbeilagen. Leipzig u. Wien 1920, Bibliographisches Institut.

Das bekannte Buch Neumayrs, der die Geologie in volkstümlicher Form aber auf streng wissenschaftlicher Grundlage darstellte, hatte schon in seiner zweiten Auflage durch B. Uhlig eine weitgehende Umarbeitung erfahren. In der vorliegenden neuesten Auflage ist die Umgestaltung noch weiter fortgeführt, sie ist unter den geschickten Händen F. E. Sueß' zu einem neuen Buche geworden, neu in der Anordnung und Auswahl des Stoffes, neu auch vor allem infolge der Berücksichtigung der Fortschritte der Geologie, die gerade in den letzten Jahrzehnten bedeutend waren. Dabei ist der Geist des klassischen Neumayrschen Werkes lebendig geblieben. Das gilt auch für jene anziehende Form der Darstellung, die den Leser an der Entwicklung der Ideen teilnehmen läßt und die durch anschauliche Schilderungen belebt wird, dabei sich aber überall, wie es bei der Person des Herausgebers selbstverständlich ist, auf wissenschaftlicher Höhe hält. In diesem ersten Bande, dem der zweite hoffentlich bald folgen wird, werden die Kräfte und die Wirkungen auf die Ausgestaltung der Erdkruste behandelt, der Vulkanismus, die Einflüsse von Wasser und Licht, die Gebirgsbildung, die Erdbeben und die Metamorphose der Gesteine. Viele Tafeln, darunter eine ganze Anzahl farbiger, sowie zahlreiche Textbilder, Skizzen und Kärtchen seien besonders hervorgehoben, sowie die gute Ausstattung des vortrefflichen Buches überhaupt.
Miehe.

Straßburger, E., Das kleine Botanische Praktikum für Anfänger. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik. Neunte verbesserte Auflage, bearbeitet von M. Koernicke. 272 S. mit 138 Holzschnitten und 3 farbigen Bildern. Jena 1921, Gustav Fischer. Brosch. 40 M., geb. 50 M.

Das kleine botanische Praktikum ist im wesentlichen ein Auszug des großen Praktikums. Es führt deshalb nicht nur wie manche ähnliche Werke in die Anatomie der höheren Pflanzen, sondern auch in den Bau und die Fortpflanzungsverhältnisse der Algen und Pilze ein. Auch die Grundlagen der Fixierungs-, Mikrotom- und Färbetechnik werden dargestellt. Seine Benutzung empfiehlt sich für jeden, der eine möglichst umfassende praktische Einführung in die Botanik erfahren will, also nicht nur für den diese als Hauptfach wählenden Studierenden, sondern vor allem auch für den zukünftigen Lehrer an höheren Schulen. Daß sich das Buch in dieser Beziehung bewährt hat, beweist die rasche Folge der Auflagen.
Nienburg.

Anregungen und Antworten.

Augenlose Höhlentiere, Mutationstheorie und Lamarckismus. An einen Bericht über die „Rückbildung der Augen durch Mutation bei Drosophila" (diese Zeitschrift 1921, H. 45, S. 648 ff.) knüpft der Referent Nachtsheim einige theoretische Betrachtungen über den Ursprung der augenlosen Höhlentiere, die nicht unwidersprochen bleiben können.

Nach Meinung des genannten Referenten gibt es 3 Möglichkeiten für die Entstehung einer blinden Höhlenform: 1. Das Auftreten einer dominanten augenlosen Mutation, die (bei Indifferenz der Merkmale Augenlosigkeit im Dunkeln: „das Auge hätte dann keinen Selektionswert mehr" [S. 649, Sp. II, Z. 24]) ohne Selektion allein „infolge der Dominanzverhältnisse die Stammrasse bald verdrängen" soll, so daß „das Resultat das Verschwinden der Augen bei den im Dunkeln lebenden Tieren innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit" wäre (Z. 28—33). 2. Das mutative Auftreten eines augenlosen Tieres, bei dem das Merkmal Augenlosigkeit mit einem anderen Merkmal (z. B. vergrößerte Tast- und Geruchsorgane bei Niphargus putaneus) korrelativ verknüpft ist, welch letzteres der Mutation durch Selektionswirkung das Übergewicht über die Stammform verschaffen würde, „auch wenn jene nicht über die Stammform dominant wäre (S. 650, Z. 16). 3. Die Lamarcksche Annahme der Rückbildung der Augen durch den direkten Einfluß der Dunkelheit.

Die erste Möglichkeit ist offenbar nur ein Niederschlag der Anschauung, als müßten innerhalb einer Population die dominanten Formen (ohne Beteiligung der Selektion) eben wegen der Dominanz ganz von selbst an Zahl fortgesetzt zunehmen und im Laufe mehrerer Generationen die rezessiven schließlich völlig zum Verschwinden bringen, eine Ansicht, die bei oberflächlicher Betrachtung zunächst ja auch recht plausibel erscheint. Wenn man jedoch die Rechnung für einige Generationen wirklich durchführt, so erkennt man den Irrtum bald. Es gilt hier nämlich der schon 1908 von Hardy formulierte Satz, daß die Nachkommen der Stammform und der Mutante während aller Generationen immer in demselben Zahlenverhältnis zueinander bleiben, vorausgesetzt, daß keine Sorte im Kampfe ums Dasein bevorzugt ist. Über Punkt 1 ist demnach weiter kein Wort zu verlieren.

Was nun die 2. Möglichkeit anbelangt, so ist sie zwar logisch einwandfrei, steht und fällt aber einmal mit der, abgesehen von einigen kümmerlichen Gelegenheitsbeobachtungen, leider noch immer (genau wie nach N.s Meinung der Lamarckismus) ohne direkten, experimentellen (oder, wie N. sagt, „wissenschaftlichen") Beweis dastehenden Selektionstheorie. Außerdem erfordert aber diese 2. Möglichkeit noch eine Hilfshypothese, die sich, beiläufig bemerkt, die Nurselektionisten für alle Fälle, wo bisher die Selektionstheorie zu versagen drohte, als Universalhilfsmittel merken sollten. Die Augenlosigkeit siegt nämlich nach dieser Ansicht gar nicht aus eigener Kraft im Kampfe ums Dasein, sondern schmuggelt sich sozusagen, als im Dunkeln indifferentes Merkmal, mit Hilfe eines anderen selektionswertigen Merkmals (im angeführten Beispiel der vergrößerten Tastwerkzeuge), das durch den gleichen Erbfaktor bedingt, also mit ihm verkoppelt sein soll, mit durch. Wenn uns nun auch der Mendelismus mit einer Reihe von Fällen bekannt gemacht hat, wo möglicherweise (einwandfrei zu erweisen ist es kaum!) mehrere sonst ganz beziehungslose Eigenschaften durch dasselbe Gen hervorgerufen werden, so stellt doch bei der auch von N. (wie angesichts der Tatsachen auch nicht anders möglich) betonten Richtungslosigkeit der Mutationen jene Annahme recht große Anforderungen an den „Zufall". Man denke doch, es soll nicht nur zufällig im Dunkeln ein Tier mit vergrößerten Tast- und Riechwerkzeugen auftreten (die es gerade dringend nötig hat!), sondern diese erbliche Mutation

soll auch noch (ebenfalls zufällig!) reduzierte Augen besitzen (womöglich gar noch, wie viele Höhlentiere, rückgebildetes Pigment), von der auffälligen (aber nur biologischen) Beziehung zwischen jenen Eigenschaften ganz zu schweigen. Durch N.s Annahme, daß jener Vorgang in mehreren Etappen stattgefunden habe, wird er natürlich auch nicht gerade wahrscheinlicher. Und an alledem wird eben auch nichts durch die simple Tatsache geändert, daß bei der Fliege Drosophila nach vielen anderen auch einmal (oder richtiger zweimal) ein Augenkrüppel aufgetreten ist.

Einer Entstehung der blinden Höhlenformen durch Mutation glattweg widerspricht übrigens Kammerers experimentelle Feststellung beim blinden Grottenolm, der sich in einer Generation durch direkte Lichtwirkung in ein sehendes Tier mit fast normalen Augen verwandeln ließ. Von Erblichkeit (wie bei jenen Drosophilamutanten) ist also mindestens in diesem Falle eines blinden Höhlenbewohners keine Rede, also auch nicht von Entstehung durch Mutation.

Wohl aber paßt dieser Befund durchaus zu der überhaupt viel einfacheren und (nicht nur dem Laien, wie N. meint) einleuchtenderen, aber vom Referenten abgelehnten Lamarckschen Annahme, wonach Augenlosigkeit, vergrößerte Antennen, Pigmentreduktion u. dgl. bei Höhlentieren durch dasselbe Milieu (Lichtmangel resp. dadurch verursachter Gebrauch oder Nichtgebrauch) geprägte Modifikationen sind. Denn für solche milieugeprägten Abänderungen ist logischerweise unbedingt zu fordern, daß sie bei eintretender schwächerer oder stärkerer Gegeninduktion oder schon beim Aufhören der Induktion allmählich (in kürzerer oder längerer Zeit, in einer oder mehreren Generationen) abklingen müssen. Natürlich ist es andererseits ziemlich ausgeschlossen, daß jene Modifikationen ihren jetzigen Höhepunkt in einer Generation erreicht haben, da in einem so kurzen Zeitraum die Augen z. B. von Krebsen durch Dunkelheit nur schwach affiziert werden. Daß solche Steigerungen von Modifikationen im Laufe mehrerer Generationen vorkommen, beweisen die bekannten Versuche Kammerers (insbesondere mit Alyter und Salamandra) und eine Reihe anderer Beobachtungen. Natürlich ist eine solche Steigerung über 2 oder mehr (bei Alyter mindestens 4) volle Generationen nur möglich, weil in jeder Generation dem Grade der äußeren Merkmale (dem „Phänotypus", dem „Explicitum") die Beschaffenheit des „Implicitum" in den Keimzellen (mindestens in diesen vermutlich natürlich auch in den Somazellen) entspricht (wobei wir davon ganz absehen, was denn eigentlich das primär vom Milieu veränderte ist), es handelt sich hier also nicht um „rein phänotypische" Modifikationen (also „reine Phänovariationen" im Sinne Johannsens), sondern um Modifikationen der Anlagen, des „Genotypus" (wenn wir diesen Begriff nicht nur die Summe der Mendelfaktoren umfassen lassen), also um „Genomodifikationen", wie man sagen könnte. Bei der Augenreduktion der Höhlentiere scheint übrigens die Steigerung dieses Merkmals sogar viele Jahrhunderte gedauert zu haben, wie durch die Mitteilungen Schneiders und Virés (zit. nach Semon „Vererbung erworbener Eigenschaften") über Formen von Asellus aquaticus (und Gammarus pulex) nahegelegt wird, die sich etwa entsprechend der vermutlichen Länge ihres Dunkellebens (in einem etwa 400 Jahre alten Freiberger Schacht, in den Quellen der Pariser Katakomben und in den unterirdischen Gewässern der Seine) in der Reduktion der Augen immer mehr dem völlig blinden Asellus cavaticus (resp. Niphargus putaneus) natürlicher Höhlengewässer annähern, Tatsachen, die nach Nachtsheims zweiter Annahme wohl auch noch auf Konto des Zufalls kämen.

Wenn der Referent übrigens am Schlusse seiner Betrachtungen sagt, die Lamarcksche Theorie entbehre jedes wissenschaftlichen Beweises, so muß man dem ganz entschieden entgegentreten. „Denn es heißt (einmal) die Bedeutung vgl. entwicklungsgeschichtlicher und vgl. morphologischer Untersuchung gründlich verkennen, ihre Ergebnisse in dieser Hinsicht als bedeutungslos hinzustellen" (Dürken, „Experimentalzoologie") oder sie gar als unwissenschaftlich zu bezeichnen, zumal sich ja übrigens auch die Selektionstheorie und die ganze Abstammungslehre fast ausschließlich auf solches nichtexperimentelles Material stützt. Denn was bisher experimentell an Mutationen zutage gefördert worden ist, ist doch wahrhaftig eher geeignet, die Deszendenztheorie zu diskreditieren, indem die Stammesentwicklung der Organismen doch unmöglich — um es kraß auszudrücken — über lauter Krüppel gegangen sein kann. Zum anderen fehlt es aber auch an experimentellem Beweismaterial für die Lamarcksche Theorie (d. h. Artveränderung durch die sog. „Vererbung erworbener Eigenschaften") durchaus nicht, wenn es auch (wegen des Fehlens planmäßiger Versuche!) nicht gerade sehr umfangreich ist. Aber es genügt ja schließlich prinzipiell, wenn auch nur in einem Falle die Übertragung von milieugeprägten Modifikationen durch die Keimzellen auf eine oder (besser) mehrere Generationen (nach Abänderung des Milieus natürlich) sicher nachgewiesen wird, zumal dann zweifelhafte Fälle mit Recht am einfachsten im gleichen Sinne gedeutet werden können. Dieser Nachweis erscheint aber durch einen Teil der Versuche Kammerers mit Amphibien und Wolterecks mit Daphnien (in parthenogenetischen „reinen Linien"!) erbracht. Von „Nachwirkung" einer Modifikation oder von „Dauermodifikation" (statt der unzweckmäßigen Bezeichnung „Vererbung erworbener Eigenschaften") mag man in diesen Fällen immerhin reden, wenn nur damit der Kernpunkt der Sachlage, die Existenz von, den phänotypischen Modifikationen (den „Phänovariationen" also) entsprechenden Modifikationen im „impliciten" Zustande und die dadurch ermöglichte Übertragung durch die Keimzellen auf die nächsten Generationen trotz Aufhörens der induzierenden Milieureize nicht verschleiert wird. Denn um eine größere oder geringere Menge von totem Nährplasma oder um sonstwie passiv übertragene Stoffe kann es sich bei so spezialisierten Merkmalen und bei mehrmaligem Passieren der Keimzellen unmöglich handeln, sondern um vermehrungsfähige Substanzen, also „Anlagen", so daß es zweifellos berechtigt ist, von Modifikationen der Anlagen, des „Genotypus", oder kurz und deutlich von „Genomodifikationen" zu reden (wobei es, zurzeit wenigstens, ein ganz müßiger Streit ist, ob sie ihren Sitz im Kern oder Zytoplasma haben). Solche „Genomodifikationen" mit verhältnismäßig langer Nachwirkung (auch über Konjugationszustände hinaus) sind übrigens in großer Zahl bei Protisten nachgewiesen worden („Dauermodifikationen", Jollos). Bezeichnenderweise betrachtete man diese wegen der langen Nachwirkung (ungeachtet ihrer erwiesenen Milieugeprägtheit) bis vor kurzem zumeist als Mutationen, ein Schicksal, das auch Kammerers nicht brutpflegenden Alytes von Seiten Johannsens (Erblichkeitslehre 1913) widerfuhr, obgleich doch eigentlich die Milieugeprägtheit (d. h. die Möglichkeit ihrer stets gleichen Erzeugung durch das gleiche Milieu) bislang nicht als Charakteristikum der Mutationen galt.

Auf alle Fälle steht es also, wie wir in den vorstehenden Zeilen nur kurz andeuten konnten, durchaus nicht so verzweifelt um den Lamarckismus, sicherlich nicht schlechter als um Mutations- und Selektionstheorie.

W. Peter, Zittau.

Inhalt: O. Kende, Das Donautal in Österreich. S. 185. B. de Rudder, Axiom und Erfahrung. S. 194. — **Einzelberichte:** M. H. Fischer, Zur Theorie der Liesegangschen Ringe. S. 196. Sabalitschka und E. O. v. Lippmann, Rohrzucker im Schilfrohr. S. 197. — **Bücherbesprechungen:** M. Hörnes, Das Gräberfeld von Hallstatt, seine Zusammensetzung und Entwicklung. S. 197. A. Mahr, Die prähistorischen Sammlungen des Museums zu Hallstatt. S. 197. Das Pflanzenreich. S. 198. H. Molisch, Mikrochemie der Pflanze. S. 198. M. Neumayr, Erdgeschichte. S. 199. E. Straßburger, Das kleine Botanische Praktikum für Anfänger. S. 199. — **Anregungen und Antworten:** Augenlose Höhlentiere, Mutationstheorie und Lamarckismus. S. 199.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 9. April 1922. | Nummer 15.

Beiträge zur Relativität der Individuen.

I. Versuche mit Seesternen.

Von Dr. **W. Goetsch**, München, Zool. Institut.

Mit 3 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

Jeder höhere biologische Organismus ist nicht die Einheit, die er zu sein scheint. Er ist nicht nur zusammengesetzt aus einzelnen Bausteinen, den Zellen, welche eine gewisse Selbständigkeit besitzen; auch die einzelnen Organkomplexe können normalerweise ganz unabhängig voneinander funktionieren, so daß wirklich „die rechte Seite nicht weiß, was die linke tut". Je größer die Differenziertheit der Abschnitte und je straffer die Zusammenfassung durch ein Zentralnervensystem ist, um so weniger tritt in Erscheinung, daß die tierische Persönlichkeit nichts absolut Einheitliches ist, sondern sich aus der rhythmischen Zusammenfassung vieler Einzelheiten ergibt. Deutlich hervor tritt dies besonders bei Wesen, welche aus einer Vielheit von Einzelabschnitten bestehen, und besonders dann, wenn diese Einzelabschnitte durch den Besitz von sämtlichen lebenswichtigen Organen ausgezeichnet sind. Dies ist z. B. der Fall bei den Ringelwürmern, deren serienweis aufgereihte Segmente deshalb schon als selbständige Individuen aufgefaßt worden sind; oder aber bei den radiär gebauten Tieren, wie z. B. bei den Echinodermen, wo die strahlenförmig von einem Punkte ausgehenden Teile eine große Selbständigkeit besitzen können. Mit den Formen, welche die radiäre Anordnung am ausgeprägtesten zeigen, wollen wir uns hier etwas näher beschäftigen. Es sind dies die Seesterne, die allen Badegästen der Nordsee wahrscheinlich schon zu Gesicht gekommen sind.

Für gewöhnlich bietet ein Seestern einen ziemlich stupiden Anblick; man hat, wenn man die Tiere am Strande findet, meist nicht einmal den Eindruck, ein lebendiges Tier vor sich zu haben, und noch dazu eines, das in der Mehrzahl der voraussehbaren Fälle äußerst zweckmäßig handelt und dabei eine Beweglichkeit und Geschicklichkeit aufbringt, die man ihm niemals zutrauen würde. Werden Seesterne z. B. durch eine Woge ans Land geschleudert, so glückt es ihnen meistens, das Wasser wieder zu erreichen und ihr Leben zu retten, das sie wie alle Wassertiere am trockenen Gestade nach kurzer Zeit verlieren würden.

Wie bewegt sich nun ein solches Tier überhaupt? Wie alle Stachelhäuter oder Echinodermen, besitzt auch der Seestern als hauptsächlichstes Lokomotionsorgan das Wassergefäßsystem. Es sind dies röhrenartige Kanäle, die den ganzen Körper durchziehen und mit Seewasser angefüllt sind. Der Eintritt des Seewassers wird gewährleistet durch eine Kalkscheibe mit feinen Öffnungen, die sog. Madreporenplatte. Diese liegt bei Seesternen und Seeigeln auf der Oberseite der Tiere, und zwar nicht in der Mitte, sondern exzentrisch (vgl. Abb. 1). Von dieser Platte führt nach abwärts ein Kanal, der wegen der häufig zu findenden Verkalkung Steinkanal genannt worden ist. Von da gelangt das Seewasser in den Ringkanal, der den an der Unterseite befindlichen Mund umgibt, und von da aus dann in die Radiärkanäle welche die Arme durchziehen. Die Radiärkanäle wiederum geben rechts und links noch Seitenäste ab, die in die Ambulacralfüßchen endigen; und mit diesen Füßchen bewegen sich die Tiere nun vorwärts, in dem sie sich mittels ihrer Saugscheiben anheften und dann den Körper nachziehen. Bei umgewendeten Seesternen sieht man diese Füßchen in mehreren Reihen, entweder ausgestreckt oder mehr oder weniger zurückgezogen, je nachdem sie durch das Einpumpen mit Seewasser prall gefüllt oder durch Muskelkontraktion entleert sind.

Die strahlige Anordnung des Wassergefäß- oder Ambulacralgefäßsystems bestimmt nun die Anordnung der übrigen Organe, die fast alle in strahliger Ausbildung auftreten. Auch das Nervensystem beginnt mit einem den Mund umziehenden Ring und setzt sich in die Arme strahlenförmig fort. In ähnlicher Weise sind auch die anderen Organsysteme verteilt, wie z. B. die Sinnesapparate, die ebenfalls, als Augenflecke, Taster und ähnliche Organe, an den Armspitzen zu finden sind. Trifft nun ein Reiz den einen oder anderen Arm, so genügt das, um dem ganzen Nervensystem die Richtung anzugeben, nach welcher sich die Bewegung der Füßchen einzustellen hat.

Vielfache Versuche haben diese Verhältnisse gezeigt, und ich möchte einige derselben hier anführen, da man aus ihnen sehen kann, wie es einem Tier manchmal möglich ist, sich zu helfen — und wie es ihm in anderen ganz einfach erscheinenden Fällen auf Grund seiner Organisation versagt bleibt, sein Leben zu retten.

Die einfachste Versuchsanordnung ist die, bei der ein frisch aus dem Meere geholter Seestern aufs Trockene gelegt wird so daß nur eine Armspitze das Wasser berührt. In solchen Fällen zogen sich bei meinen Experimenten die Tiere immer zunächst zusammen, wobei die Arme sich nach oben einrollten. Nach dieser ersten Reflex-

bewegung begannen dann die Tiere ihre Füßchen so zu orientieren, daß der ganze Stern dem Wasser zugeschoben wurde; nach einiger Zeit berührten dann auch andere Arme das Wasser, und nach wenigen Minuten befand sich das ganze Tier wieder in seinem Element.

Auf den Rücken gelegte Exemplare benahmen sich in dieser Situation ebenso; die Arme angelten einige Zeit herum, bis der zunächst mit dem Wasser in Berührung kommende Arm die Richtung angab.

Bei der ersten Reflexbewegung der Tiere und dem Zusammenziehen und Aufwärtskrümmen der Arme kann es nun vorkommen, daß die Berührung mit der Wasserfläche aufgegeben wird. Trotzdem beginnt dann das Tier in der Richtung des Wassers hin zu kriechen; durch die erste Berührung mit dem Wasser ist also ein Impuls gegeben, und die Richtung, in der die Bewegung gehen soll, ein für alle Male bestimmt, solange kein zweiter Reiz den ersten aufhebt. Etwaige Hinternisse spielen dabei keine Rolle und bringen das Tier keinesfalls aus der einmal eingeschlagenen Richtung. In einem Fall verhinderte z. B. die vorstehende Kante des Gefäßes, in dem der auf dem Trockenen liegende Seestern das Wasser gespürt hatte, längere Zeit das Wiederfinden des rettenden Nasses. Die Folge davon war, daß das ganze Tier sich zunächst mit allen Körperteilen unmittelbar an das Gefäß herandrängte und dort mit den Armen herumfühlte, bis dann eine neue Berührung mit dem Wasser erfolgte und das Hindernis genommen wurde. Wir sehen schon an diesem Beispiel, daß bei den so niedrig stehenden Tieren ein Eindruck längere Zeit remanent und haftend bleiben kann. Ein solches Haften eines Eindrucks, d. h. eine niedere Art von Gedächtnis, ist für das Tier natürlich von großem Vorteil: Der Kontakt der einen Seite mit dem Wasser kann wieder aufgehoben werden, und das Tier kriecht doch in der dadurch gegebenen Richtung. Berührt z. B. eine Woge das durch die Brandung ans Ufer geschleuderte Tier, oder tritt die Flut beim Einsetzen der Ebbe zurück, so wird der Seestern auf Grund dieser Einrichtung sich doch immer wieder ins Meer zurückfinden.

Dazu kommt, daß auch schon ganz kurze Berührungen mit Wasser genügen, um den Impuls und die Richtung anzugeben. Ein großer Seestern z. B., den ich auf eine Holzplatte legte und an einer Armspitze dreimal leicht mit Wasser betupfte, kroch sofort in dieser Richtung; und als ich ihn dann auf trockenen Sand tat und einen anderen Arm sechsmal mit einem Tropfen befeuchtete, nahm er seinen Weg nach dieser Seite.

Interessant und amüsant zugleich ist es, zu beobachten, wie beim Weg ins Wasser die Tiere sich verhalten, wenn man ihnen enge Öffnungen oder andere Hindernisse dabei in den Weg stellt. Da kommt eine Beweglichkeit und Geschicklichkeit an den Tag, die manchmal ganz verblüffend wirkt. Ein Seestern, dessen Armlänge 4 cm betrug, kroch beispielsweise durch eine elliptische Röhre, deren größter Durchmesser $3^1/_2$ cm betrug; er knickte die heraushängenden Arme ein und war in kurzer Zeit durch die gegenüberliegende Öffnung wieder ins Freie gelangt.

Ein anderer, dessen größter Arm $4^1/_2$ cm maß, versuchte aus der Trockenheit in ein kleines mit Wasser gefülltes Likörglas zu kriechen; da seine Gesamtmasse viel größer war als der Inhalt des Gefäßes, gelang ihm dies nicht ganz. Er zwängte aber trotzdem beinahe den gesamten Körper in das Gläschen hinein, bis auf zwei Armspitzen, die oben noch hinausragten.

Zwei andere Tiere krochen sogar vollkommen in Flaschen hinein, deren Hals über viermal so klein war als ihr Durchmesser. Das eine Exemplar wurde dann von mir innerhalb der Flasche abgetötet, nachdem es sich darin ausgebreitet hatte (Abb. 1). Alle derartigen Versuche beruhen auf der Beharrlichkeit der Seesterne, in der Richtung weiterzukriechen, in der sie das Wasser gespürt haben. Man braucht demnach nur ein Tier auf eine mit Seewasser gefüllte Flasche zu legen und den einen Arm hineinzustecken. Sofort krümmt es die Arme zusammen bis auf den, welcher das Wasser berührt, und versucht dann auf jede Weise, den gesamten Körper in die Flüssigkeit hinein zu bekommen.

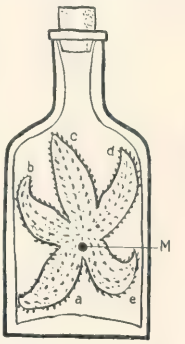


Abb. 1. Seestern, der in eine Flasche gekrochen ist. M = Madreporenplatte zum Eintritt für das Seewasser. a—e Bezeichnung der Arme nach Jennings.

Alle diese Versuche legen dar, daß der Reiz auf den einen Arm das Tier nötigt, in dieser Richtung sich vorwärts zu bewegen, und diese Bewegung geht so lange weiter, als der Reiz andauert oder die Reizwirkung remanent bleibt oder aber ein anderer stärkerer Reiz entgegen wirkt.

Was wird nun geschehen, wenn nicht nur ein Arm und eine Seite gereizt wird, sondern wenn zwei entgegengesetzte Körperabschnitte gleichzeitig einer Reizung unterliegen? Wird dann der Seestern wirklich umkommen, wie der Esel zwischen zwei Heubündeln? Die Versuche bewiesen, daß dies in der Tat möglich ist, wenn die Bedingungen wirklich auf beiden Seiten vollkommen gleich sind.

Einen frisch gefangenen Seestern legte ich beispielsweise über ein Stöckchen, balanzierte ihn gut aus und ließ zwei gegenüberliegende Arme das Wasser berühren (Abb. 2). Die benetzten Armspitzen zogen sich nach beiden Seiten ins Wasser hinein, begannen lebhaft mit den Füßchen

zu spielen und faßten zuletzt beide den Grund des Gefäßes. So zogen sie kräftig nach beiden Seiten, und da die übrigen Arme das Wasser nicht erreichen konnten, so mühte sich das Tier vergeblich ab, und war nach einer Stunde vollkommen schlapp und halb vertrocknet.

Ein anderer vollkommen ausgeruhter Seestern wurde so ins Wasser gelegt, daß zwei Arme ins Wasser ragten. Zwischen diese beiden Arme wurde ein Strohhalm gesteckt. Der übrige Teil lag außerhalb des Wassers, und die beiden Arme, die den eingetauchten benachbart waren, wurden durch Halme gehindert, bei etwaigen Bewegungen ihrerseits das Wasser zu berühren und dadurch den Zug nach der einen Seite zu verstärken. Daß ein solches zurückhalten das Tier nicht behindert hätte, geht aus den früheren Versuchen hervor; außerdem lehrte ein gleichzeitiges Kontrollexperiment mit noch enger gesteckten Halmen, daß ein solches Tor ohne weiteres genommen wird.

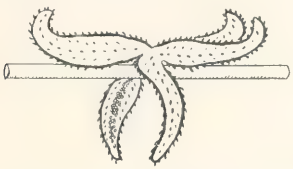


Abb. 2. Seestern, der so auf einem Stock ausbalanziert ist, daß zwei herunterhängende Arme das Wasser berühren. Der Seestern kann nicht in das Wasser gelangen, da die gegenüberliegenden Reize die Wirkung aufheben.

Auch bei diesem Versuche konnte der Seestern nicht das Wasser erreichen und mühte sich, nach beiden Seiten gewaltig ziehend, über dreiviertel Stunden ab, bis ich ihn aus der unangenehmen Lage befreite.

Derartige Versuche wurden noch oftmals unternommen, und sie hatten immer denselben Erfolg, wenn wirklich auf beiden Seiten genau dieselben Bedingungen herrschten.

Die Ursache zu diesen eigenartigen Erscheinungen liegt in der Organisation begründet. Jeder Seesternarm besitzt in sich alle Teile, die zum Leben nötig sind, auch die Nerven und die Sinnesorgane; und dadurch besitzt er eine so große Selbständigkeit, daß sogar ein einzelner Arm das ganze Tier wieder aus sich hervorgehen lassen kann, wenn man ihn abschneidet.

Da eine straffe zentrale Überordnung durch ein Gehirn hier fehlt, ist die Folge, daß bei der gleichmäßigen Organisation der Einzelteile jeder Arm für sich reagiert, und eine Doppelreizung an entgegengesetzten Polen die Wirkung aufhebt, die eine einseitige Beeinflussung hervorrufen würde. Eine solche einseitige Beeinflussung, wie sie z. B. die Benetzung eines Armes darstellt, läßt diese eine Seite zunächst in Tätigkeit treten; ist dann eine Bewegung nach dieser Richtung einmal in Gang gekommen, so ordnen sich ihr nach einiger Zeit die übrigen unter. Werden normalerweise mehr als ein Arm gereizt, so beeinflußt die stärker davon betroffene Seite die andere in ihrem Sinne und zieht sie in ihrer Richtung mit fort; es ließen sich hierbei förmlich quantitative Bestimmungen feststellen.

Aus diesem Grunde müssen auch die Versuche, zwei Seiten gleichzeitig zu beeinflussen, sehr genau ausgeführt werden. Die Arme müssen gleichlang sein, die Tiere müssen gut ausbalanziert werden und vor allem muß man verhindern, daß nicht ein dritter Arm vom Wasser benetzt wird. Denn jedes geringste Plus auf der einen Seite zieht nach und nach den ganzen Seestern auf die eine Seite hinüber, und damit ist dann die einheitliche Bewegungsrichtung gegeben, und der Seestern zeigt uns, daß er doch etwas mehr ist als eine fünfstrahlige Maschine.

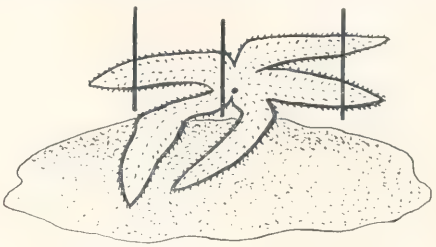


Abb. 3. Seestern, der mit zwei nebeneinanderliegenden Armen das Wasser berührt. Er kann nicht ins Wasser gelangen, da zwischen beiden Armen ein Stöckchen befestigt ist.

Ein solches Plus, das die koordinierte Bewegung nach der einen Seite bedingt, ist z. B. die Berührung des einen Armes mit der Bodenfläche des Gefäßes; schon rein mechanisch kann der Arm, der sich mit seinen Füßchen anheftet, einen größeren Zug ausüben und damit dann die Bewegungsrichtung beeinflussen. Ein solches Plus kann aber auch in nichtmechanischen Ursachen liegen, wie ich feststellen konnte.

Mir war bei diesen Versuchen aufgefallen, daß die Tiere leicht eine Tendenz zeigten, immer nach einer Seite zu kriechen oder zu fallen. Ich probierte zunächst einmal aus, ob vielleicht organisch bestimmte Arme bevorzugt würden, bei sonst gleichmäßiger Reizung. Vielleicht die, welche der Madreporenplatte zunächst lagen (Arm a u. e der Abb. 1), da diese auch bei den Umdrehversuchen von Jennings[1]) eine besondere Rolle spielten. Alle meine Untersuchungen gaben keinen Anhaltspunkt für eine organisch bedingte Bevorzugung der Kriechrichtung bei gleichmäßiger Reizung; auch die Größe machte nichts dabei aus.

Hatte ich dagegen einen vollkommen ausgeruhten Seestern erst einmal nach einer bestimmten

[1]) Jennings, das Verhalten der niederen Organismen.

Richtung kriechen lassen, so wurde diese Seite bei einem zweiten Versuch bevorzugt, wenn zwei Seiten gleichzeitig gereizt wurden. So hatte ich beispielsweise einen kleinen, ganz regelmäßigen Stern mit dem einen Arm (a der Abb. 1) in Wasserberührung gebracht, worauf er, wie erwartet, sofort in dieser Richtung sich in Bewegung setzte und ins Wasser gelangte. Als ich ihn nun herausholte und über einen Stock genau ausbalanzierte, so daß der Arm a und der gegenüberliegende das Wasser berührte, begann er nach ganz kurzer Zeit sich nach der Seite zu neigen, an welcher sich der beim früheren Versuch gereizte Arm befand. Der Versuch wurde erneuert und das Tier dabei auf den Rücken gelegt. Der Erfolg war derselbe. Zum dritten Male wiederholt, zeitigte der Versuch dasselbe Ergebnis; das Tier kroch wiederum in dieser Richtung, nur etwas langsamer, da es augenscheinlich ermüdet war.

Bei einem anderen Versuch derselben Art streckte der aus dem Wasser genommene Seestern sofort den Arm aus, der beim vorhergegangenen Befeuchten die Richtung angegeben hatte; der benachbarte Arm schlug sofort in der gleichen Richtung um und berührte damit das Wasser. Damit war natürlich das ursprüngliche Plus erhöht und die Richtung entschieden. Als das Tier vollkommen ins Wasser gelangt war, holte ich es heraus und legte es so über einen Napf, daß alle Arme gleichmäßig in der Luft schwebten. Der früher gereizte Arm begann sofort stärkere Bewegungen auszuführen und sich nach unten zu krümmen. Das Tier bewegte sich nun in dieser Richtung ein wenig vorwärts, und als dann der bevorzugte Arm als erster die Wasseroberfläche berührt hatte, glitt das Tier nach ganz kurzer Zeit in das Becken hinein.

In einer ganzen Anzahl weiterer Fälle krochen die Tiere, die doppelseitig einem Reiz ausgesetzt worden waren, stets nach der Richtung des Arms, der zum ersten Male das Wasser berührt hatte, trotzdem sonst alle Vorsichtsmaßregeln getroffen waren. Man muß also bei der Versuchsanordnung auch diese remanent gebliebenen Eindrücke berücksichtigen und nur solche Tiere auswählen, die vollkommen ausgeruht sind und nicht schon auf eine bestimmte Richtung eingestellt waren.

Darauf mag es auch beruhen, daß Preyer[1]) bei derartigen Versuchen zu dem Resultat kam, ein Seestern, der sich nicht zu helfen weiß in solch fataler Lage, sei psychisch minderwertiger als andere, die trotz genauer Versuchsanordnung schließlich doch die Hindernisse beseitigten und das Wasser erreichten. Preyer wußte nichts von der Einstellung auf bestimmte Bewegungsrichtung, die durch das Haftenbleiben früherer Reize zustande kommt.

Auf diesem Remanentbleiben von früheren Eindrücken beruht wohl auch die von Jennings[1]) unternommenen und neuerdings von Mangold[2]) nachgeprüften Untersuchungen über das Wenden der Seesterne. Legt man nämlich das Tier auf den Rücken, so krümmen sich zunächst die Arme alle etwas ein und tasten hin und her, bis dann durch ein Übergewicht auf der einen Seite eine gemeinsame koordinierte Aktion eintritt: einige Arme heften sich fest, während die übrigen loslassen, und schließlich schwingt das ganze Tier herum und kommt wieder auf die Bauchseite. Jennings „dressierte" nun die Seesterne und brachte sie nach zwei Wochen „täglichen Unterrichts" soweit, daß sich „eine Gewohnheit herausbildete, deren Wirkungen noch eine Woche lang nach dem Aufhören der Abrichtung deutlich bestehen blieb". Durch 10—12 maliges tägliches Wenden auf ganz bestimmten Armen bei Behinderung der anderen Arme gewöhnten sich die Tiere daran, immer nach derselben Seite herumzuschlagen, und sie behielten dann auch eine Zeitlang diese Richtung bei, wenn die Behinderung aufgehoben wurde.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Ven, der mittels komplizierter Versuchsanordnung ebenfalls die Ausbildung bestimmter Gewohnheiten fördern konnte; sie sind ebenso wie die Angaben Mangolds über die Bevorzugung des einen Arms bei bestimmten Individuen meiner Ansicht nach immer darauf zurückzuführen, daß frühere Eindrücke mehr oder weniger remanent bleiben.

Daß eine solche Einstellung auf eine bestimmte Richtung auch nach Aufhören des eingetretenen Reizes für die Tiere von Vorteil sind, wurde schon früher erwähnt; der Seestern wird dadurch befähigt sein Ziel zu erreichen und wieder ins Wasser zu gelangen, falls er nicht gar zu weit ans Ufer geschleudert worden ist. Da er normalerweise wohl niemals in die Situation kommen wird, daß genau dieselben Reize in gleicher Stärke auf beiden Seiten einwirken, reicht seine Organisation in allen natürlichen Lagen vollkommen aus, trotz Selbständigkeit der Einzelteile eine koordinierte Bewegungsrichtung herzustellen. Die Teilreaktionen der einzelnen Abschnitte sind bei einem Seesternindividuum deshalb so auffällig, weil bei ihm alle Organe so gleichmäßig gebaut sind. Dadurch werden diese Tiere ein gutes Beispiel dafür, daß die individuelle Persönlichkeit nichts absolut Einheitliches ist, sondern sich aus vielen Einzelteilen zusammensetzt. Diese Relativität der Individuen, wie diese Erscheinung an anderer Stelle bereits bezeichnet worden ist,[3]) tritt bei anderen Organismen deshalb nicht so deutlich

[1]) Preyer, Über die Bewegungen der Seesterne. Mitt. d. Zool. Stat. Neapel. Bd. 7.

[1]) Jennings, Das Verhalten der niederen Organismen. Leipzig 1910.

[2]) Mangold, E., Arch. f. ges. Physiol. 1921.

[3]) Goetsch, W., Nahrungsaufnahme bei Hydra. Biol. Zentralbl. 1921.

Goetsch, W., Hermaphroditismus und Gonochorismus. Zool. Anz. 1921/22.

hervor, weil ihre Teile entweder nicht einander gleichgeordnet sind und deshalb eine koordinierte Reaktion rascher zustande kommt; oder aber dies „Wir im Ich" wird dadurch beeinflußt, daß ein zentrales Nervensystem als Schaltwerk zwischen Reizaufnahme und Reizbeantwortung eingeschoben ist, welches diese Relativität zwar nicht ganz aufhebt, aber doch so einheitlich gestaltet, daß sie für gewöhnlich nicht in Erscheinung tritt.

Beiträge zur Höhlenkunde.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Hans Karl Becker.**

Die Einteilung der Höhlen wird ganz verschieden sein, je nachdem wir die Entstehung der Höhlen, oder ihren jetzigen Zustand, ob wir einzelne Teile eines Systems oder dieses vollständig ins Auge fassen. Läßt z. B. Fraas seine Höhlen schon als natürliche Lücken in Riffkalken vorhanden sein, oder sie daraus entstehen, und im Gegensatz zu ihm Neischl lediglich durch Spaltenauslaugung, so kann ich selbst, nachdem ich die Arbeiten beider Forscher wenigstens zum Teil an Ort und Stelle nachgeprüft habe, zu dem Schlusse kommen, daß je nach Lage der Dinge und der Gegend jeder von beiden Forschern recht hat. Die Verhältnisse liegen nun einmal im vorliegenden Beispiel in Schwaben gänzlich anders als in Franken.

Ganz verschiedene Höhlen können auf gänzlich anders geartete Weise entstanden sein, und doch können alle erzeugenden und umgestaltenden Kräfte zusammengenommen ganz gleiche Endergebnisse vorführen.

Franz Kraus teilt seine Höhlen, soweit die Kalkgebiete in Betracht kommen (und nur solche wollen wir hier besprechen) ein in:

A. Erodierte Klüfte und Spaltenhöhlen,
B. Erosionshöhlen,
C. Trockene Grotten,
D. Korosionshöhlen.

Neischl vereinfacht dieses System, indem er nur von Spalten- und Zerklüftungshöhlen spricht, was auch Knebel ohne weiteres gut heißt. Letzterer möchte sogar besonders scharf betont haben, daß bei den Höhlenbildungsvorgängen der Begriff „Erosion" auszuschalten sei, welcher Schlußfolgerung ich mich nicht ohne weiteres anschließen möchte, wenigstens scheint mir, die Erosion zum mindesten bei der Umbildung von Höhlen einen ganz wesentlichen Faktor zu bilden. Und dürfen wir schließlich, wenn eine Höhle mit Hilfe von Strudellöchern eines Höhlenflusses erschlossen wird, dann ohne weiteres die mahlenden und somit erodierenden Steine ausschalten, die wir doch von Gletschermühlen her kennen?

Meines Erachtens werden die Höhlenflüsse und Bäche als bildende und umgestaltende Faktoren viel zu sehr außer Acht gelassen. Hierbei möchte ich noch den Fall, daß der Fluß zwischen Ein- und Austritt in und aus der Höhle in das Grundwasser übergeht, also dieses Grundwasser und nicht ein zusammenhängender Fluß die Auslaugung und Ausnagung, d. h. Korosion und Erosion des Höhlensystems übernimmt, für unsere Frage nur insofern für bedeutend halten, als er verzweigtere Systeme liefert. Hier liegt aber dann schon wider ein die Systematisierung erschwerender Fall vor.

Sehen wir uns nämlich eine derartige Höhle genauer an, so kann ihre hallenartige auf Zerklüftung beruhende Erscheinung wohl durch ein derartiges Grundwasser verursacht worden sein. Bei einer Reihe von Höhlen, die ich als Heeresgeologe während des Krieges in Belgien zu durchforschen Gelegenheit hatte, scheinen mir derartige Fälle der Grundwassertätigkeit vorgelegen zu haben. Es wäre aber auch möglich und in vielen Fällen wahrscheinlich, daß ein unter der heutigen Höhle liegendes System zerstört worden, d. h. daß Zwischenwände einzelner Gänge vernichtet und so ein gemeinsamer hallenartiger Raum geschaffen worden wäre. Drittens aber ist ja noch der Fall möglich, daß die uns heute vorliegende Höhle nicht durch einen dieser Faktoren direkt geschaffen worden wäre, sondern daß ihr heutiger Boden die ehemalige, jetzt niedergebrochene Decke eines anderen Systemes darstellte, welches von ihr ausgefüllt ist, und so die neuentstandene Höhle also im Niveau wesentlich höher liegt als das ursprüngliche System, ein Fall also, den E. Fraas für eine große Anzahl schwäbischer Höhlen angenommen hat, bei denen der Einbruch in eine darunterliegende Rifflücke stattgefunden haben soll.

Haben sich nun in ein solches auf die eine oder andere Art entstandenes Höhlensystem neue Bäche und Sickerwasser einen neuen Weg gebahnt, so resultiert die uns vorliegende Höhle gar aus drei ganz verschiedenen und zeitlich nacheinander einsetzenden Faktoren. Wenn wir z. B. die durch Neischl bekannt gewordenen Höhlen der fränkischen Schweiz ins Auge fassen, so kann ich nach deren eigener Durchforschung, ergänzt durch die Erkundung einer Reihe anderer von Neischl nicht beschriebenen Höhlen und Löcher, diese nicht so ohne weiteres wie Neischl in das Schema Spalten- und Zerklüftungshöhlen einteilen, sondern muß bei den meisten mehrere verschiedene Stadien annehmen, welche die uns vorliegenden Systeme nacheinander geschaffen haben.

Wollen wir die von Neischl aufgestellten und in seinem Sinne zu erweiternden Grundsätze für die „fortschreitende Höhlenbildung und zerstörung" zugrunde legen, so müssen wir folgende Einteilung annehmen:

(N. hinter dem Höhlennamen bedeutet von Neischl durchforscht, B. von mir erkundet.)

I. Spaltenhöhlen: Binghöhle, B., Moggasterhöhle, N. B., Schönsteinhöhle (Eingang), N. B., Brunnsteinhöhle (hinterer Teil), N. B., Rosenmüllershöhle, N. B., Wundershöhle, N. B., Klingloch-Esperhöhle, N. B., Heinrichsgrotte, B., Neideckhöhlen, B., Zahnloch, B. (hierher gehört auch wahrscheinlich die noch nicht durchforschte Verzweiflungshöhle).

II. Zerklüftungshöhlen: Klausstein-Sophienhöhle, N. B., Maximiliansgrotte, N. B., Witzenhöhle, N. B., Oswaldhöhle, N. B., Hauptteil der Schönsteinhöhle, N. B., Zoolithenhöhle, N. B., Wassergrotte, N. B., Ludwigshöhle, N. B., Schneiderlöcher, N. B., Gaiskirche, B.

Anhang unterirdische Flußläufe (z. T. aus I und II). Binghöhle, Oswaldhöhle, Riesenburg, Schwingbogen, Quackenschloß, Klingloch, Heinrichsgrotte, Ludwigshöhle, Schneiderlöcher, Teufelshöhlen, das ganze obere Ailsbachtal, das Püttlachtal und Teile des Wiesenttales.

III. Einsturz einzelner Teile (meist der Eingänge): Riesenburg, N. B., und Gaiskirche, B.

IV. Tunnels: Oswaldhöhle, N. B., Quackenschloß, N. B., Teufelshöhle, N. B.

V. Naturbrücken: Schwingbogen, B., eine kleine Brücke bei Burggailenreuth, B., Felsentor bei Gösweinstein, B., und (mit schon zerstörtem Bogen) der Grottenseerturm bei Neuhaus, B.

Anhang:

a) Dolinen und Erdfälle: Riesenburg Klingloch-Esperhöhle, Vorderteil der Heinrichsgrotte, der alte Eingang der Maximiliansgrotte.

b) besonders deutliche Deckenstürze: Sophienhöhle, Moggasterhöhle.

Man sieht schon hier, daß mancher Höhlenname wiederholt zu erwähnen ist, statt nur einmal, wie es in einem einwandfreien Schema der Fall sein müßte. Tatsächlich lassen sich auch diese Höhlen nie in ihrer Gesamtheit derartig eingliedern. Allein schon der Begriff „Spaltenhöhle" ist ein für die Entstehung der Höhle sehr ungenauer. Hier ist z. B. die Frage aufzuwerfen, ob wir in ihr (sofern es nicht nur eine einzige das Gesamtsystem darstellende Spalte ist, z. B. „Rosenmüllers- und Binghöhle") den durch Sickerwasser geschaffenen Höhleneingang in ihr zu sehen haben (wie es die Schönstenhöhle vortäuscht), oder ob sie nicht vielleicht nur ein verhältnismäßig junger, d. h. noch nicht erodierter, korrodierter oder eingestürzter Ausläufer des Systems ist, der infolge der an dieser Stelle abstürzenden Felswand das Freie erreicht (Binghöhle), ein Fall, der sich in geologischer Zeit bei den tiefsten Teilen der Sophienhöhle ereignen wird.

Welch verschiedene Stadien uns durch die hauptsächlichsten Höhlen der fränkischen Schweiz repräsentiert werden, möchte ich an dieser Stelle nach meinen Begehungsnotizen anführen.

Binghöhle: Reine Spaltenhöhle (saigerstehende Spalten) deutliche Reste eines unterirdischen Flusses (Flutmarken).

Rosenmüllershöhle: Sehr breite mit etwa 25 Grad einfallende Spaltenhöhle, die zum Teil schon Deckensturz deutlich zeigt.

Oswaldhöhle: Typischer tunnelartiger Überrest eines Höhlenflusses mit Strudellöchern am vorderen Eingang.

Wundershöhle: Eingang: Einsturzhalle; Verbindung: zu durchkriechende Spalte; Hauptteil: zerklüftete und durch Deckenstürze zerstörte Spaltensysteme.

Witzenhöhle: Bei ihr paßt der von Neischl geprägte Ausdruck „Zerklüftungshöhle", in welchem nur leider nicht die zahlreichen Deckenstürze ausgedrückt sind.

Riesenburg: Mit ziemlich großen Winkel einfallendes Bett eines Höhlenflusses, das an der Austrittsstelle aus dem Gebirgsabhang eine Doline und zwei Naturbrücken zeigt.

Schönsteinhöhle: Der typische Fall einer Zerklüftungshöhle, welche bei weiterem Fortschreiten der zerstörenden Kräfte in ihrem jetzigen Hauptteile zu einer reinen Einsturzhöhle umgebildet wird, während der an Gänge gebundene Zerklüftungsvorgang sich nach der Teufe zu fortsetzen kann.

Brunnsteinhöhle: Der vordere Teil ein durch Einsturz hallenartig erweitertes und mit einem kleinen dolinenartigen Fenster versehenes Spaltensystem, dessen hinterer Teil noch deutlich zwei Einzelspalten erkennen läßt, deren eine in einen Absturz endet, während der andere in eine mit vorzüglichem Wasser versehene ballonartige Brunnenkammer mündet. Nebenbei bemerkt erscheint mir diese Höhle in ihrem jetzigen Erhaltungszustande wie keine andere geeignet gewesen zu sein, dem vorgeschichtlichen Menschen als Wohnung gedient zu haben.

Schwingbogen: Er ist der Überrest eines ehemaligen unterirdischen Flußlaufes. Hierfür spricht die gleichmäßige Glättung der Wände und die Strudellöcher.

Quackenschloß: Ebenfalls der Überrest eines ehemaligen unterirdischen Flußlaufes, genau wie bei dem eben besprochenen Schwingbogen.

Zoolithenhöhle: Durch Einsturz stark veränderte ehemalig weit zerklüftete Spaltenhöhle die Neischels Bezeichnung Zerklüftungshöhle mit Recht trägt.

Heinrichsgrotte mit Kanzel: Zerstörte Reste einer ehemaligen Doline, von welcher sich anscheinend durch Flüsse ausgeglättete Spalten in das Berginnere erstrecken, ähnlich wie bei der nun anzuführenden:

Esperhöhle oder Klingloch: Typischer Fall einer großen Doline, die dadurch entstanden ist, daß die Decke einer Halle einstürzte, die ihrerseits ihren Ursprung der Kreuzung mehrerer Spaltensysteme verdankte.

Wassergrotte: Typische Zerklüftungshöhle,

von welcher zwei Spalten in ein gemeinsames Wasserbecken einmünden.

Moggasterhöhle: Mit einem Winkel von etwa 30 Grad einfallende Spalte, die etwa in ihrer Mitte nach entgegengesetzter Himmelsrichtung, aber trotzdem weiter in die Teufe umbiegt. (Ich möchte etwaige Besucher dieser Höhle ausdrücklich vor ihrer ungeheuerlichen Gefährlichkeit warnen, weil in ihr andauernd Deckenstürze zu beobachten sind).

Neideckhöhlen: Unbedeutende kleine Spalten auf halber Höhe des von der Ruine Neideck gekrönten Felsmassivs.

Klausstein—Sophienhöhle: Dieser Komplex besteht aus zwei früher getrennten Höhlengebieten, deren Verbindung erst später durch Menschenhand geschaffen worden ist. Der vordere Teil, die Klaussteinhöhle, ganz in einer Horizontale verlaufend, ist meines Erachtens der Überrest eines alten Höhlenflußsystems, während die danebenliegende Sophienhöhle sich mehr in vertikaler Richtung nach der Tiefe zu erstreckt. Sie ist als ein Gewirre vieler sich kreuzender Spalten aufzufassen, die an den Kreuzungsstellen hallenartig eingebrochen sind. Unter dem System der Klaussteinhöhle erstreckt sich das noch gänzlich unerforschte Gewirre der Verzweiflungshöhle, welche möglicherweise ihrerseits nur eine Spalte der Sophienhöhle ist. Ich behalte mir vor im Laufe der nächsten Zeit diese Frage noch näher zu bearbeiten.

Ludwigshöhle: Meiner Meinung nach handelt es sich bei dieser Höhle um die Überreste eines unterirdischen Flußlaufes, wie solche in der Umgebung von Rabenstein zahlreich vorhanden sind.

Schneiderloch: Außer der von Neischl als Zerklüftungshöhle bezeichneten haben wir hier noch eine weitere tunnelartige Höhle zu berücksichtigen. Zahlreiche Strudellöcher, besonders an der soeben erwähnten kleineren Höhle, weisen auf den Flußursprung hin.

Gaiskirche: Ähnlich der Heinrichsgrotte haben wir hier die letzten Reste eines hallenartigen Raumes vor uns, dessen nach der Teufe zu einfallenden ponorartige Sauglöcher ebenfalls die Zugehörigkeit zu einem Höhlenflusse andeuten.

Die drei letzterwähnten Höhlen bilden in ihrer Gesamtheit in Verbindung mit einer Menge anderer im Ailsbachtale zu beobachtender Erscheinungen, das nunmehr zerstörte und durch Einbruch in ein offenes schluchtartiges Tal verwandelte System des ehemaligen Ailsbachhöhlenflusses.

Zahnloch: Das durch seine zahlreichen Knochenfunde bekannte Zahnloch ist als eine horizontale Spalte aufzufassen.

Teufelshöhlen: Die große und die kleine Teufelshöhle gehören beide zu dem Höhlenflußsystem der Püttlach, welche ebenfalls in dem Verlaufe ihres heute schluchtähnlichen Tales zahlreiche Strudellöcher aufzuweisen hat. Bei der großen Teufelshöhle sind meines Erachtens die Flußerscheinungen wesentlich bedeutender und überwiegender, als die einer reinen „Zerklüftungshöhle".

Maximiliansgrotte: Diese von Neischl mit Recht als „Zerklüftungshöhle" bezeichnete Grotte hat ihren überaus wilden Charakter nicht nur dem Zusammenbruch einzelner Spaltensysteme zu verdanken. Bei ihr haben wir vielmehr 3—4 ursprünglich ganz getrennte stockwerkartig übereinanderliegende Systeme vor uns, die ihrerseits dann wieder durch Deckenstürze vor allem aber durch einen in seinen Wirkungen deutlich erkennbaren, mit elementarer Gewalt niederstürzenden Höhlenfluß verbunden wurden.

Zuletzt möchte ich noch erwähnen, daß von den Einwohnern der Muggendorfer Gegend auch noch eine kleine, die sog. Doktorsgrotte erwähnt wird, die ich aber als deutlich erkennbare künstliche Schöpfung hier außer acht lassen möchte. Ihre eigenartige Sinterbildungen werde ich an anderer Stelle zu besprechen haben.

Aus obigen Ausführungen würde also der Schluß zu ziehen sein, daß eine Systematisierung der Höhlen unmöglich ist, und somit jeweils von Fall zu Fall die einzelnen Faktoren zu analysieren sind.

Einzelberichte.

Neue Funde aus der älteren Steinzeit.

In der „Umschau" veröffentlichte vor kurzem Otto Hauser einen Aufsatz über die „Entdeckung von zwölf neuen Fundstätten der älteren Steinzeit in Mitteldeutschland" (S. 604, Heft 41 vom 8. X. 21). In diesem Aufsatz berichtete Hauser, daß er in dem Gebiet von Halle a. S. bis zum Kyffhäuser und Unstruttale zwölf wichtige Fundstellen der Altsteinzeit entdeckt habe. „Interesselosigkeit ist Schuld daran, wenn Eisenbahndämme, Chausseen und Straßen mit den schönsten Feuersteinwerkzeugen belegt und wenn seit mehr als 15 Jahren von den herrlichsten Fundplätzen solche Stücke waggonweise abgefahren werden. Die Bahndämme von Halle bis Kassel und alle Seitenwege bergen zerstreute Schätze altsteinzeitlichen Materials, wie sie in Frankreich, in der Dordogne nicht besser und nicht wichtiger zu finden waren. Die Kiesgrube „Feldbahn" bei Teutschental (Halle a. S.) ist m. E. eine Paläolithsiedlung von allergrößter Bedeutung, sie stellt sich würdig den mir entrissenen Fundplätzen Südwestfrankreichs an die Seite."

Über diese Entdeckung und die von Hauser daraus gezogenen Schlußfolgerungen standen so-

fort in der gesamten deutschen Presse ausführliche Referate, und kurze Zeit danach brachte Hauser selbst in der Vossischen Zeitung noch einmal einen Originalartikel (16. XI. 21), in dem er von 47 neuen Fundstellen in Thüringen sprach, die er innerhalb Jahresfrist entdeckt haben wollte. Ein ganz ungeahnter Reichtum an altpaläolithischen Funden tat sich damit vor unseren Augen auf — und hätte er vor der wissenschaftlichen Kritik Stand gehalten, so würde ohne Zweifel Thüringen durch die Hauserschen Entdeckungen zu der paläolithfundreichsten Landschaft Deutschlands geworden sein.

Jedoch die Sache kam anders. Auf Grund der Zeitungsberichte erhielt der Geologe Bergrat Dr. Wiegers - Berlin von dem Vorstande der Preußischen geologischen Landesanstalt den Auftrag, nach Sangerhausen und Hettstedt zu gehen und über die Hauserschen Funde zu berichten. Etwa zur selben Zeit hatte sich auch Hauser persönlich an Wiegers gewandt, den er von seinen französischen Arbeiten her kannte und den Hauser in seinem Buche „Ins Paradies des Urmenschen" (Hamburg-Berlin 1920) S. 80 als einen trefflichen Diluvialgeologen bezeichnet hatte, und ihn um eine Untersuchung der Fundstellen hauptsächlich vom geologischen Standpunkt aus gebeten. Wiegers ist dann auch in Sangerhausen und Hettstedt gewesen, hat die Fundstätten einwandfrei untersucht, das an diesen Fundstätten aufgesammelte Material eingehend studiert und eingehende Proben davon zur näheren Bearbeitung und Untersuchung durch Fachgenossen nach Berlin mitgebracht, und über die Ergebnisse dieser Untersuchungen in der Berliner Anthropologischen Gesellschaft am 19. XI. 21 einen ausführlichen Bericht erstattet. Nach diesem Bericht, von dem mir Wiegers freundlicherweise auch noch sein Manuskript zur Einsichtnahme zur Verfügung stellte, liegen die Verhältnisse folgendermaßen:

In Sangerhausen bzw. Hettstedt haben sich seit längerem zwei Privatsammler für Prähistorie lebhaft interessiert, der Tischlermeister G. A. Spengler und der Kaufmann Erich Freygang. Beide wurden dann von Hauser auf die Paläolithfunde aufmerksam gemacht. Darauf haben sie systematisch, zum Teil mit Unterstützung von Hauser, gesucht, und ein größeres Fundmaterial in ihren Sammlungen geborgen. Die Funde des Herrn Spengler stammen aus 11 Fundstellen, die des Herrn Freygang von 10 Fundstellen. Die Fundstellen des Herrn Freygang waren zwar von 1—17 numeriert, enthielten aber nur die ungeraden Zahlen und die Ziffer 2, der Fundort Teutschental war bei beiden Sammlern einbegriffen. Die Angaben Hausers sind also zunächst einmal in der Zahl der Fundstellen bedeutend einzuschränken, und zwar auf 19 (statt 47! Sic!), da eine Fundstelle zwar diluviale Knochen, aber keine Steinwerkzeuge enthält.

Von diesen 11 Fundstellen Spenglers enthielten nur 2 wirklich einwandfreie Artefakte. Es sind dieses die folgenden beiden Stationen:

1. Der Taubenberg bei Sangerhausen.

Nordöstlich von Sangerhausen erhebt sich der Taubenberg zu einer Höhe von 238 m. Auf seiner flachen Kuppe hatte Spengler Feuersteine von mattem, grauem Aussehen gesammelt, die Bearbeitung zeigen. Die besten Stücke sind Klingen, die entweder in eine Spitze oder in einen Kratzer endigen, sofern nicht die eine Schmalseite mit dem Schlagkegel auf der Rückseite unbearbeitet blieb. Die Retusche ist auf der einen Seite steil, auf der anderen flach. Diese Klingen sind bis zu 7,3 cm lang und 2,5 cm breit. Daneben fanden sich kurze Klingenkratzer, eine Gravettespitze und einige andere weniger gut bearbeitete Stücke. Soweit diese Artefakte typische Formen darstellen, weisen sie alle auf die Periode des Aurignacien hin. Die Einreihung der Funde in diese Periode wird außerdem noch durch eine andere Beobachtung von Wiegers sichergestellt. Bekanntlich finden sich die Mehrzahl der Aurignacfundstellen im Lößboden. Auch auf dem Taubenberg hat Löß nicht gefehlt. Er ist nur durch die Atmosphärilien abgetragen und nur noch Lößkindel liegen auf der Kuppe des Berges, wie Wiegers festgestellt hat. Die Angaben, die Hauser selbst über diese Fundstücke und ihre Fundstätte veröffentlicht hat, erwiesen sich in mehr als einem Punkte als irreführend. Hauser sagt nämlich von der Fundstelle: „Die Kulturschichten und ihre primitive Lagerung sind freilich erst noch durch Tiefergrabungen festzustellen." Nach den Feststellungen von Wiegers ist die eigentliche Kulturschicht auf dem Taubenberge jedoch längst verschwunden. Heute liegen die Fundstücke auf dem Liegenden des Lößes, auf dem mittleren Bundsandstein. Wollte man in diesen hineingraben, so würde man vielleicht Cheirotherium finden, aber niemals Menschenspuren. Außerdem finden sich aber auch bei der Beschreibung der Fundstücke, die Hauser gibt, Unklarheiten, die zu Irrtümern Veranlassung geben. So bezeichnet Hauser entgegen dem allgemeinen Sprachgebrauch dauernd die Kratzer (grattoir) als Schaber, ebenso auch die racloir.

2. Kalktuff bei Bilzingsleben bei Kindelbrück.

In der geologischen sowohl wie prähistorischen Literatur ist der Kalktuff vom rechten Wipperufer bei Bilzingsleben seit etwa 37 Jahren als diluviale Fundstelle bekannt. Es handelt sich also eigentlich um keine neue Fundstelle, sondern lediglich die Funde, die jetzt von hier vorgelegt werden, sind neu. In dem Kalktuff von Bilzingsleben hat jetzt nämlich Spengler neben Zähnen bzw. Geweihstücken von El. antiquus, Rhin. Merckii, Cervus Elaph. auch einige Feuersteine gefunden, die nur auf künstliche Weise in den Tuff geraten sein können. Eins von diesen Fund-

stücken weist deutlich eine retuschierte Kante auf. Im übrigen sind freilich irgendwelche Formen an den wenigen Stücken nicht zu erkennen, und vom archäologischen Standpunkt aus läßt sich demnach über die Einreihung der Funde weiter nichts aussagen, als daß sie sicher paläolithisch sind. Erfreulicherweise kann in diesem Falle die geologische Untersuchung der Fundstelle etwas weiter helfen. Von dem fraglichen Kalktuff wird die nahe gelegene Wipperterrasse überlagert. Diese Terrasse gehört in ihren unteren Schichten in die erste Zwischeneiszeit, in ihren oberen in die zweite Eiszeit. Der Kalktuff dürfte dementsprechend in die zweite Zwischeneiszeit fallen, und die Fundstelle als solche etwa gleichalt mit Taubach—Weimar—Ehringsdorf sein. Auch bei der Beschreibung dieser Fundstelle ist Hauser ein Irrtum unterlaufen. Er spricht nämlich in dem schon weiter oben erwähnten Aufsatz in der Vossischen Zeitung davon, daß Spengler in dem Kalktuff das Bruchstück eines menschlichen Schädeldaches gefunden habe, und gibt dabei der Hoffnung Ausdruck, daß dieser Fund der deutschen Altsteinzeitforschung nach der anthropologischen Seite hin eine breitere Basis geben werde. Demgegenüber weist Wiegers darauf hin, daß dieser Schädel gar kein diluvialer Schädel sei, denn der Schädel stammt gar nicht aus dem Kalktuff, sondern aus der Ackerkrume, und Spengler hat ihn auf dem Boden des Bruchs aufgelesen. Ein weiterer Irrtum Hausers ist es, wenn er bei dieser Gelegenheit von paläolithischen Skelettfunden zu Oberkassel in Thüringen spricht; Oberkassel liegt nicht in Thüringen, sondern in der Nähe von Bonn in der Rheinprovinz! —

Die übrigen 17, von Spengler und Freygang unter der Mitwirkung von Hauser entdeckten und von Wiegers nunmehr einwandfrei untersuchten Fundstellen liegen in der Gegend zwischen Sangerhausen und Hettstedt zerstreut. Drei dieser Fundstellen befinden sich in der goldenen Aue. Eine von ihnen, eine bei Bennungen gelegene Lehmgrube, enthielt an Tierresten: Hyäna, Bison priscus oder primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Riesenhirsch. Auf einem der von hier stammenden Knochen befand sich angeblich eine Zeichnung eines Mammuts. Bei näherer Untersuchung dieses Stückes in Berlin stellte sich jedoch heraus, daß die Zeichnung vollständig ein Naturprodukt ist, indem die Umrißlinien durch Wurzelfraß und die Behaarung durch Nagespuren gebildet wurden. Zwei weitere Fundstellen liegen im Wippertal. Die wichtigste Fundstätte endlich liegt bei dem Orte Teutschental. Nördlich des Bahnhofes T. zieht sich nach Langenbogen zu eine Hügelkette hin, die eine charakteristische Stillstandslage des Eises darstellt. Dicht vor dieser Hügelkette liegt eine Kiesgrube (zwischen Teutschental und Langenbogen), die zahlreiche angebliche Artefakte lieferte. Berücksichtigt man die morphologische Gestalt der Langenbogener Hügelkette, die nur als Endmoräne gedeutet werden kann, so unterliegt es keinem Zweifel, daß die Langenbogener Sande und Kiese in allernächster Nähe des Eises abgelagert sind. In dieser Nähe des Eises aber können wir wohl keine Besiedlung annehmen! —

Die aus diesen letzten Fundstellen stammenden Artefakte geben sämtlich ein ganz einheitliches Bild. Sie stellen grobe Splitter dar, an denen einzelne Kanten retuschiert sind. In ihren Formen und in ihrem ganzen Habitus decken sie sich im übrigen jedoch völlig mit dem „Artefakt"material, das aus dem norddeutschen Diluvium in den ersten Jahrzehnten nach der letzten Jahrhundertwende so oft beschrieben worden ist: mit den sog. Eolithen. Herr Dr. Wiegers hat die Stücke selbst eingehend geprüft, und hat sie dann weiter Herrn Prof. Dr. Hubert Schmidt und mir zur weiteren Prüfung übergeben. Schmidts Urteil sowie auch mein eigenes deckten sich dabei völlig mit dem von Wiegers. Auch als Wiegers die Artefakte in der Berliner Anthropologischen Gesellschaft vorlegte, fand sich unter den zahlreich versammelten Prähistorikern kein einziger, der den Gedanken an ihre Artefaktnatur zu verteidigen gewagt hätte.

An und für sich hätte bei der Betrachtung dieser „Artefakte" ja auch schon das Moment stutzig machen müssen, daß es sich teils um Oberflächenfunde unbestimmten Alters, teils um Funde aus fluviatilen oder fluvioglazialen oder auch glazialen Ablagerungen der zweiten oder dritten Eiszeit, vielleicht auch der Alluvialzeit handelte — und daß all diese Funde, obwohl sie also demnach ganz verschiedenen geologischen Perioden angehörten, in ihrem Charakter ein vollkommen einheitliches Bild boten.

Nach dem gegenwärtigen Stande unserer Forschung kann das Material aus den letzten Fundstellen ganz unmöglich als Beweismaterial für die Anwesenheit des paläolithischen Menschen verwertet werden. Für den rein sachlich urteilenden Fachmann bleibt es vielmehr völlig unverständlich, wie Hauser angesichts dieses Materials von den „schönsten Feuersteinwerkzeugen" und von den „herrlichsten Fundplätzen" sprechen kann, wo er selbst nicht in der Lage ist, auch nur bei einem einzigen Stück die Zugehörigkeit zu einer der bekannten Kulturperioden zu erkennen. Eine Erklärung für dieses Verhalten Hausers kann uns vielmehr lediglich das persönliche Moment bieten (vgl. diese Zeitschrift XX, 1921, S. 503). In dieselbe Richtung weist uns auch die weitere Diskussion der Funde. Noch in seinem Buche „Ins Paradies des Urmenschen" hatte Hauser Wiegers als einen trefflichen Forscher auf dem Gebiete der Diluvialprähistorie hingestellt und seine voraussetzungslose Gewissenhaftigkeit gelobt. Dann hatte er ihn s. Zt. selber gebeten, sich der Funde anzunehmen. Sobald W. jedoch die Funde anders beurteilte, als H. selbst, griff ihn dieser unter völ-

ligem Verzicht auf sachliche Widerlegung in einer persönlichen Weise an, wie sie unter Gebildeten nicht üblich ist, und wandte sich dann weiter in derselben Weise gegen die, die selbständig nach Prüfung der Funde zu derselben Auffassung wie W. gekommen waren. Ob ein derartiges Vorgehen geeignet ist, eine wissenschaftliche Diskussion zu fördern, überlasse ich gern dem Urteil der Leser.

Hugo Mötefindt.

Die Veränderung der Hämolymphe durch Mutation bei einem Schmetterling.

Bei Colias philodice, einer amerikanischen Spezies des Gelblings, gibt es zwei Varietäten, Weibchen mit weißen und solche mit gelben Flügeln. Im Verlaufe von Untersuchungen über die Vererbung dieses Dimorphismus der Weibchen erhielt Gerould[1]) eine Mutation, die in verschiedener Hinsicht besonderes Interesse verdient. Die Raupen dieses Schmetterlings sind normalerweise grasgrün gefärbt und dadurch ganz vortrefflich an ihre Futterpflanze, den Klee, angepaßt. Im August 1920 traten nun in einem Stamm, der in engster Inzucht fortgepflanzt worden war, unter normal grasgrün gefärbten Raupen 44 blaugrüne Individuen auf. Wie die Heidelbeeren am Busch hoben sich die blaugrünen Tiere von ihrer Unterlage, der Futterpflanze, ab. Die 44 Tiere stammten von drei Weibchen, die außer diesen noch eine größere Anzahl normaler Tiere hervorbrachten. Eine Auszählung ergab, daß grasgrüne und blaugrüne Tiere ungefähr im Verhältnis 3:1 standen. Das mußte schon den Gedanken nahe legen, daß es sich bei der blaugrünen Farbe der Raupen um ein erbliches Merkmal handelt, welches sich gegenüber der normalen grasgrünen Farbe rezessiv verhält. Die Prüfung bestätigte diese Vermutung. Und es ergab sich fernerhin, daß bei den Mutanten nicht nur die Raupenfarbe verändert ist, sondern alle Entwicklungsstadien des Insektes sind mehr oder weniger beeinflußt, so die Farbe der Eier, die Farbe des Blutes und des Integumentes der Raupe und Puppe und die Blut- und Augenfarbe der Imago. Die primäre, durch den Mutationsschritt hervorgerufene Veränderung ist ein vom normalen abweichender Verlauf des Verdauungsprozesses des Chlorophylls. Daraus folgt eine veränderte Zusammensetzung der Hämolymphe, und diese hat dann die verschiedenen bereits angedeuteten besonderen Merkmale der einzelnen Entwicklungsstadien des Insektes im Gefolge.

Zunächst noch einiges über den Ursprung der Mutation. Es mag auffällig erscheinen, daß gleich 44 Mutanten auftraten. Wenn Mutationen auch nicht so selten sind, wie man noch vor wenigen Jahren ohne die an Drosophila und Antirrhinum gesammelte Erfahrung glaubte, so kann man es doch auf Grund unserer heutigen Kenntnisse als Regel bezeichnen, daß eine bestimmte mutative Veränderung nicht gleichzeitig in einer ganzen Reihe von Individuen vor sich geht, ja wir dürfen sogar annehmen, daß meist nur das eine der beiden homologen Gene von der Veränderung betroffen wird. Es wird im allgemeinen immer nur ein einziger Mutant beobachtet, von dem aus dann eine Mutationsrasse gezüchtet wird. Im vorliegenden Falle kann es unter Berücksichtigung der Herkunft der Mutanten als sehr wahrscheinlich gelten, daß auch hier die Mutation nicht wiederholt erfolgt ist. Alle mutierten Individuen gehen auf ein Tier zurück, und in diesem ist vermutlich die mutative Veränderung des Keimplasmas vor sich gegangen. Daß in der Generation, in der die Mutanten zuerst auftraten, diese sich zu den normal gefärbten Tieren wie 1:3 verhielten, weist darauf hin, daß alle Elterntiere — drei Weibchen und drei Männchen — heterozygot waren. Jedes von ihnen besaß, wie wir einmal kurz sagen wollen, den Faktor grasgrün und den Faktor blaugrün. Da grasgrün dominant ist über blaugrün, waren alle sechs Elterntiere grasgrün. Von den sechs Elterntieren waren fünf Schwestern und Brüder, eines (ein Männchen) ein Geschwisterkind. Die Mutanten und ihre normalen Geschwister hatten also vier Großeltern (zwei Paare), und diese wieder waren alle Geschwister. Wahrscheinlich war eines der beiden urgroßelterlichen Tiere das erste heterozygot grasgrüne Individuum, in ihm ist vermutlich bereits der Mutationsschritt erfolgt. Da indessen das mutierte Gen rezessiv ist gegenüber seinem normalen Allelomorph, konnte das Mutationsmerkmal zunächst nicht in Erscheinung treten, und nur auf die fortgesetzte extreme Inzucht ist es zurückzuführen, daß nach drei Generationen infolge der Vereinigung je zweier Heterozygoten eine größere Anzahl Mutanten erhalten wurde. Die Mutanten unter sich gepaart züchten rein, d. h. liefern nur blaugrüne Nachkommen. Aus der Paarung grasgrüner Heterozygoten erhält man wieder grasgrüne und blaugrüne Nachkommen im Verhältnis 3:1. Ein Rezessivenüberschuß, den Gerould beobachtete, ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Mutanten lebenskräftiger und widerstandsfähiger gegen Infektionen sind als die Ursprungsform. Im Nachteil sind die Mutanten allerdings wieder insofern, als sie träger und weniger kopulationslustig sind als die Ursprungsform. In der freien Natur — im Experiment spielt dieser Faktor keine Rolle — sind die blaugrünen Raupen den grasgrünen gegenüber aber vor allem deshalb stark unterlegen, weil sie weit weniger an ihr Milieu angepaßt sind als diese. Sehr schön illustriert dies ein Freilandversuch. Eine größere Anzahl Raupen, von denen ungefähr $^1/_3$—$^1/_4$ blaugrün waren, wurde im Freien ausgesetzt. Nach 12 Tagen waren fast alle blaugrünen Raupen von den Spatzen gefressen, nur

[1]) Gerould, J. H., Blue-green caterpillars: the origin and ecology of a mutation in hemolymph color in Colias philodice. Journ. of exper. Zool., Vol. 34, 1921.

zwei kleine kümmerliche Individuen konnten noch gefunden werden, während die grasgrünen Raupen großenteils ihren Feinden entgangen waren.

Es wurde schon hervorgehoben, daß bei den Mutanten alle Entwicklungsstadien irgendwie verändert sind. Die Eier der Mutantenweibchen sind rein weiß, alabasterfarben, die der Ursprungsform gelblichweiß, cremefarben. Es fehlt den Eiern der Mutanten ein gelbes Pigment, das normalerweise aus dem Blute der Mutter übernommen wird. Die Eier der grasgrünen Heterozygoten unterscheiden sich nicht von denen der Homozyoten, erstere bleiben cremefarben, auch wenn — was ja in 50 % der Fälle zu erwarten ist — nur der Faktor für blaugrün bei der Reifungsteilung im Ei verbleibt und das Ei durch ein Spermium mit dem Faktor für blaugrün befruchtet wird. Erst im Larvenstadium macht sich der Einfluß der beiden Mutationsgene geltend, wenn das Ei von einer heterozygoten Mutter stammt. Kurz vor der zweiten Häutung, wenn die alte Haut durch das Wachsen der Raupe gespannt wird, beginnt die blaugrüne Farbe durchzuschimmern, und wenn die alte Haut abgeworfen ist, erscheint die Raupe schön leuchtend blaugrün. Die Färbung variiert nur sehr wenig, intermediäre Färbung zwischen blau- und grasgrün kommt nicht vor. Ein weiteres Charakteristikum der Mutanten-Raupen ist das Fehlen einer rosa gefärbten Linie, die bei der Ursprungsform regelmäßig vorhanden ist und in einem weißen, in der Höhe der Stigmen verlaufenden Seitenbande hinzieht. Die Puppe der Mutanten ist etwas schwächer blau gefärbt als die Raupe, die abgeworfene Puppenhülle ist weiß statt gelb. Auch das hat wieder seine Ursache im Fehlen des gelben Pigmentes in der Hämolymphe der Mutanten. Wie bei Raupe und Puppe ist auch bei der Imago die Hämolymphe der Mutanten blaugrün statt grasgrün, und die gleiche Veränderung zeigt die Augenfarbe. Hingegen ist die Flügelfärbung bei den Mutanten unverändert. Es war eingangs von dem Dimorphismus der Weibchen — die einen haben weiße, die anderen gelbe Flügel — die Rede; diese Merkmale beruhen auf Faktoren, die von denen für grasgrünblaugrün gänzlich unabhängig sind.

Alle Besonderheiten der Mutanten gehen, wie schon aus dem Gesagten entnommen werden kann, auf eine Veränderung der Farbe der Hämolymphe zurück. Bei den normalen Individuen enthält das Blut zwei Pigmente, die sich ohne starke Umwandlung von dem mit der Nahrung aufgenommenen Chlorophyll herleiten, ein gelbes Pigment, Xanthophyll, und ein als Chlorophyll a bezeichnetes blaugrünes Pigment. Das mutierte Gen (bzw. ein von ihm ausgehendes Enzym) wirkt auf das Xanthophyll katalysatorisch ein, muß aber, um in Funktion treten zu können, homozygot, also doppelt vorhanden sein (wobei wahrscheinlich nicht die Quantität das Wesentliche ist, sondern das Fehlen einer Gegenwirkung durch das normale Allelomorph). Nach Gerould müssen wir uns die Enzymwirkung der beiden mutierten Gene so vorstellen, daß primär durch die Kerne des Darmepithels der Verdauungsprozeß des Chlorophylls beeinflußt wird. Das hat dann sekundär die Veränderung in der Zusammensetzung der Hämolymphe zur Folge, und die veränderte Hämolymphe beeinflußt wieder direkt oder indirekt gewisse Merkmale der verschiedenen Entwicklungsstadien.

Ein hübsches Beispiel dafür, wie durch eine Mutation wie die vorstehend beschriebene sogar ein anderer Organismus in seinem Phänotypus verändert werden kann, bietet eine in Colias philodice schmarotzende Schlupfwespe, Apanteles flaviconchae. Normalerweise spinnen die ausgewachsenen Larven des Parasiten goldgelbe Kokons. Kommen die Tiere aber in einer blaugrünen Raupe zur Entwicklung, so spinnen sie — weiße Kokons. Das gelbe Pigment im Sekret der Spinndrüsen geht auch wieder zurück auf das Xanthophyll in der Hämolymphe des Wirtes der Schlupfwespen, und wird das Xanthophyll abgebaut, so fehlt auch das gelbe Pigment der Spinndrüsen.

Nachtsheim.

Bücherbesprechungen.

Einführungsliteratur in den wissenschaftlichen Okkultismus. R. Baerwald, Okkultismus und Spiritismus. (Aus Natur und Geisteswelt Nr. 560.) Leipzig 1920, Teubner. — R. Tischner, Einführung in den Okkultismus und Spiritismus. München und Wiesbaden 1921, J. F. Bergmann. — T. K. Oesterreich, Der Okkultismus im modernen Weltbild. Dresden 1921, Sibyllenverlag. — R. Lambert, Geheimnisvolle Tatsachen. Stuttgart 1921, Süddeutsches Verlagshaus G. m. b. H.

Nicht weniger als vier binnen ganz kurzer Zeit mir zur Besprechung zugegangene Einführungsschriften in den Okkultismus — ein Zeichen der Zeit! Es scheint doch nun endgültig mit dem Ignorieren des Gebiets in Deutschland vorbei zu sein, das uns leider in der ganzen so wichtigen Materie arg ins Hintertreffen gebracht hat.

Jedes der vier Bücher ist in seiner Art beachtenswert. Vorsichtiger und nüchterner zu dem gesamten Problemkomplex stellen sich die Arbeiten Baerwalds und Tischners. Besonders der erstere arbeitet für mein Gefühl etwas allzu reichlich mit der Möglichkeit taschenspielerischen und verwandten Betrugs. Gewiß ist viel betrogen worden und wird viel betrogen in diesen Dingen: jeder Untersucher eines konkreten Falles wird sich diesen betrüblichen Umstand bei Anstellung

und Bewertung seiner Versuche stets gegenwärtig zu halten haben. Etwas anderes ist es jedoch bei einer Einführung, welche es naturgemäß in erster Linie mit dem gesicherten oder doch bis auf weiteres als gesichert anzunehmenden tatsächlichen Bestande und seiner theoretischen Bedeutung und Verwertung zu tun hat. Da wirkt es denn nicht eben vorteilhaft, im Anschluß an sorgfältige Untersuchungen wiederholt in allgemeiner Weise von Taschenspielerkunststücken reden zu hören. Es wird ein Gefühl von Unsicherheit erzeugt, das sich schließlich auf das ganze Gebiet zu erstrecken droht, was doch wohl kaum die Absicht des Autors gewesen sein dürfte. Denn er erkennt von dem okkulten Problemkomplex zum mindesten die Telepathie anscheinend rückhaltlos an, und das ist immerhin ein Fortschritt, besonders da das Büchlein aus dem fast durchaus ablehnenden Berliner Kreise stammt, dem auch Moll und Dessoir angehören. Der Gesamteindruck des im übrigen ohne Ausfälle geschriebenen kleinen Buches ist der einer ausgesprochenen, eher negativ gestimmten Zurückhaltung, die gerade nur soviel zuzugeben bestrebt ist, als sie unbedingt muß. Die Phänomene der Bewußtseinsspaltung und die Telepathie sind nach Baerwald genügend, sämtliche Leistungen der Medien, soweit sie überhaupt als sichergestellt gelten können, zu erklären.

Wesentlich positiver in seiner Stellung und auch inhaltreicher, vor allem die jüngst erschienenen deutschen Arbeiten des Gebiets nicht nur berücksichtigend, sondern sogar bevorzugend, ist das Buch Tischners. Leider konnte er mein eignes Buch „Telepathie und Hellsehen", das auch in der N. W. (durch Prof. v. Buttel-Reepen) gewürdigt wurde, nur noch ziemlich flüchtig bei schon abgeschlossenem Manuskript berücksichtigen, was aber in einer Neuauflage leicht ausgeglichen werden kann. Tischners wesentlich positive Stellung erklärt sich zur Genüge daraus, daß er, zum mindesten für die psychisch-okkulten Erscheinungen, sich auf eigene Erfahrungen und Untersuchungen stützen kann. Aber auch den paraphysischen Untersuchungen Schrenck-Notzings und anderer Forscher widmet er ausführlichere und in ihrem Ergebnis, im Gegensatze zu Baerwald, wesentlich positiv lautende Erörterungen. Im allgemeinen darf man von Tischners Buch sagen, daß es als Lehrbuch durch übersichtliche Einteilung, gute Auswahl und Beschränkung auf das hauptsächlich Wichtige und Besterwiesene, unvoreingenommene Haltung dem Gebiet gegenüber, und knappe sachliche Behandlung, die es vermeidet, sich ins Spekulative oder Phantastische zu verlieren, als eine sehr brauchbare Einführung in das Gebiet des wissenschaftlichen Okkultismus unbedenklich empfohlen werden kann. Natürlich wird man bei der Ausdehnung und dem sehr verschiedenen Forschungszustand des Gebiets im einzelnen vielfach abweichende Ansichten vertreten können, wie gerade hier selbstverständlich und sogar nützlich ist, da alles Für und Wider schließlich nur zur Klärung beitragen kann. Dies gilt insbesondere auch für so umstrittene Dinge wie Spukphänomene oder den Spiritismus, denen Tischner je ein Kapitel gewidmet hat. Ein Eingehen auf manchen interessanten Streitpunkt des letzteren Gegenstandes würde uns hier zu weit führen. Während Baerwald als erstes Schlußergebnis seiner Arbeit den Zusammenbruch des Spiritismus vor unseren Augen verkündigt, drückt sich Tischner bei aller Zurückhaltung doch ganz wesentlich vorsichtiger aus und läßt den mühevollen jahrzehntelangen Untersuchungen der englischen und amerikanischen Forscher, die fast sämtlich allmählich zur spiritistischen Auffassung sich bekehrt haben (die Tatsache gibt als solche immerhin zu denken, wenn sie natürlich auch keinen Beweis darstellt), größere Gerechtigkeit widerfahren. Er hält die Partie für bisher unentschieden und glaubt nicht, daß sie auf Erfahrungsgrundlage zu entscheiden ist, da man wenigstens bisher die Erklärungen aus Telepathie und Hellsehen nicht hat ausschalten können.

Auf ähnlichem Standpunkt, den Spiritismus betreffend, steht das mittlerweile schon in zweiter Auflage erschienene kleine Buch des Tübinger Universitätsprofessors T. K. Oesterreich: „Der Okkultismus im modernen Weltbild". Oesterreich erklärt sogar einen Beweis der spiritistischen Hypothese für grundsätzlich unmöglich, da man stets mit Telepathie und Hellsehen auskommen könne. Dabei muß er allerdings, um den schon berichteten Tatsachen gerecht zu werden, der Telepathie eine derartige (räumliche wie zeitliche) Ausdehnung und Verknüpfung zuweisen, daß sich mancher Leser geradezu phantastisch dadurch berührt finden wird. Jedenfalls, das muß betont werden, gehen die diesbezüglichen Konstruktionen des Autors weit über alles das hinaus, was als Telepathie bisher wirklich bekannt geworden und festgestellt ist. Eine ähnliche kühne Phantasie macht sich noch an anderen Stellen bemerkbar, so wenn die Materialisationen (deren Nachweis Oesterreich für unanfechtbar betrachtet) als ein, wenngleich entfernter, Abglanz der göttlichen Schöpferkraft bezeichnet werden. Hierüber wäre mancherlei zu sagen: das bloß Frappante eines Gedankens genügt jedenfalls nicht, ihn wissenschaftlich zu legitimieren. Im übrigen wird Oesterreichs Arbeit durch derartige Ausblicke anregend und interessant zu lesen. Man weiß auch nie, was alles aus einem geäußerten Einfalle entspringen kann.

Die Anlage von Oesterreichs Buch ist von der der beiden eben besprochenen verschieden: er gruppiert seine Ausführungen im wesentlichen um die Betrachtung einzelner berühmter Fälle medialer Betätigung: die u. a. von Flournoy untersuchte Helene Smith, die Amerikanerin Mrs. Piper (wohl der bestuntersuchte und vielleicht folgenreichste Fall aller bisher vorgekom-

menen), die Italienerin Eusapia Palladino und schließlich das bekannte Materialisationsmedium Eva C. Auf Einzelheiten einzugehen ist hier unmöglich. Diese zusammenfassenden kurzen, das Wesentliche betonenden Darstellungen Oesterreichs sind um so dankenswerter, als das Originalmaterial der ausländischen Fälle jetzt kaum zugänglich ist. Auch ist, wie jeder weiß, der sie kennt, das Studium dieser z. T. äußerst weitschichtigen Dokumentsammlungen ebenso zeitraubend wie ermüdend und darf nur denen zugemutet werden, die eigenes fachliches Urteil in diesen Dingen zu haben und zu vertreten berufen sind. Prof. Oesterreich hat kürzlich einem seiner Kritiker ziemlich drastisch klargemacht, daß ein solches eigenes Urteil heute bereits recht mühevoll erarbeitet werden muß.

Somit ist das Oesterreichsche Buch gerade in seiner Sonderart zu begrüßen. Sein letztes Kapitel beschäftigt sich in stark ablehnender Art und Weise mit der Theosophie und Rudolf Steiner. Meiner Auffassung nach handelt es sich dort um etwas ganz anderes als die experimentelle Medienforschung, und auch die Ergebnisse berühren sich einstweilen kaum. Es wird zu den Aufgaben zukünftiger Forschung gehören, die Beziehungen und Verbindungen aufzudecken, die hier zweifellos verborgen sind. Daß Steiner geisteskrank ist, wie Oesterreich vermutet, halte ich für ganz unwahrscheinlich.

Das Buch des Stuttgarter Studienrates Rudolf Lambert endlich möchte ich der Beachtung und Lektüre zunächst deshalb empfehlen, weil es alle bestuntersuchten und bislang wichtigsten Erscheinungen des okkulten Gebietes auf Grund einer umfassenden sorgfältigen Kenntnis der ausländischen wie der deutschen älteren, neueren und neuesten Literatur zusammenstellt. So bietet er uns eine Sammlung, wie sie in dieser Vollständigkeit, dabei doch in handlichem Umfange (220 Seiten) meines Wissens in Deutschland noch nicht vorhanden war. Für eine zusammenhängende Vergegenwärtigung des Wichtigsten an Fällen und Untersuchungen wüßte ich, gerade weil das Buch sich nicht ins Uferlose verliert, nichts Besseres. Auch glaube ich, daß ein jeder, der ohne Voreingenommenheit diese geordnete Fülle auf sich einwirken läßt und den einzelnen Abschnitten nachdenkt, zu einer grundsätzlichen Anerkennung des Gebiets kommen wird, mag er auch über vieles Einzelne sein Urteil zurückhalten. Das gilt z. B. für die spiritistische Hypothese, als deren Anhänger sich Lambert bekennt. (Bekanntlich befindet er sich hiermit, soweit ausländische Gelehrte in Frage kommen, nicht in schlechter Gesellschaft.) Lambert neigt auch sonst zu einer weitgehenden Fruchtbarmachung der okkulten Tatsachen in philosophischer und anderer Hinsicht und verliert hierbei wohl auch gelegentlich die Fühlung mit rein wissenschaftlicher Denkweise, z. B. wenn er die Materie schlankweg als Produkt des Geistes oder des göttlichen Denkens kennzeichnet. Doch wird durch solche Einzelheiten der allgemeine Wert der sorgfältigen Tatsachensammlung, sowie auch ihrer Erörterung nicht berührt. Über den letzteren Punkt ist noch zu sagen, daß Lambert als überzeugter Okkultist und sogar Spiritist, sich naturgemäß gerade der Fälle mit Vorliebe annimmt, die von skeptischer Seite entweder nur flüchtig gestreift oder — meistens — einfach ignoriert bzw. mit allgemeinen abfälligen Redensarten beiseite gebracht wurden. Den Naturwissenschaftler interessieren in dieser Hinsicht besonders die alten Zöllnerschen Untersuchungen mit dem Amerikaner Slade, denen Lambert etwa 20 Seiten widmet. Seine Behauptung, daß Zöllners stärkste Versuche systematisch (von Lehmann usw., neuerdings wieder in Baerwalds oben besprochenem Buche) ignoriert worden sein, scheint nach dem von ihm erörterten Material tatsächlich zutreffend. Jedenfalls muß man beipflichten, daß diesem sehr bedenklichen Zustand durch einen Neudruck der gesamten Untersuchungen Zöllners mit Slade ein Ende gemacht werden sollte. Die von Lambert gegeißelte Kampfesart — Hervorhebung gelegentlicher Schwächen oder Betrügereien, Unterdrückung der besten, entscheidendsten, auch bestkontrollierten Versuche — ist ja leider gerade auf diesem Gebiete auch sonst nur allzu beliebt. Lambert bietet auch für alle einzelnen von ihm besprochenen Fälle und Erscheinungsgruppen ein ausführliches, sehr dankenswertes Verzeichnis der einschlägigen Literatur (auch in umfassendem Maße ausländische). So sei das Buch zur Orientierung zunächst über die Tatbestände bestens empfohlen. W. v. Wasielewski.

Walte, Prof. Dr. Wilhelm, Einstein, Michelson, Newton. Die Relativitätstheorie. Wahrheit und Irrtum. 47 Seiten. Hamburg 1921, W. Gente, wissensch. Verlag.

Der Verf. hat den schwachen Punkt der Einsteinschen Argumentation, die allzu kühne Umdeutung der optischen Versuche, besonders desjenigen von Michelson, richtig erkannt. Ein „Gesetz von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit", wie Lorentz und Einstein es entwickelt haben, gibt es offenbar gar nicht; die optischen Beobachtungen zwingen gar nicht zu so widersinnigen Schlüssen, wie sie Einstein für „unabweisbar" erklärt hat. Weiterhin stellt Walte seine Anschauungen über Elektronen dem Äther gegenüber und glaubt den letzteren ablehnen zu müssen. Er meint die Elektronen müßten beim Zusammenstoß mit dem Äther ihre Energie allmählich an diesen abgeben. Der Gedankengang der Ätherwirbeltheorie, nach der die Elektronen eben Teile des Äthers sind, Elektronen und Äther sich also einheitlich bewegen, ist ihm noch völlig fremd. Doch ist das Büchlein ein erfreuliches Zeichen dafür, daß die Einsteinschen Ideen ihre Suggestivkraft allmählich verlieren. Fricke.

Kukuk, P., Unsere Kohlen. 2. Auflage. Aus „Natur und Geisteswelt", Bd. 396, 1920.

Der nun in zweiter Auflage erschienene Band „Unsere Kohlen" der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" von P. Kukuk zeigt in allen seinen Teilen wiederum die vollkommene Stoffbeherrschung und die sorgsame Bearbeitung, die schon die erste Auflage auszeichnete und sie wohl zum besten kurzgefaßter Werke über die Kohlen der Erde machte. Den schnellen Fortschritten, die Wissenschaft und Technik der Kohlen zeigen, wurde in einer großen Reihe von Verbesserungen und Nachträgen Rechnung getragen. Vor allem zeigen das die Abschnitte über Entstehung und technische Verwertung der Kohle und über Kohleersatz. Die Kohlenvorräte der einzelnen Kohlengebiete wurden nach den Kenntnissen bis 1914 ergänzt; bis zu diesem Jahre sind auch alle statistischen Angaben weitergeführt.

Es ist wirklich erstaunlich, welche Fülle von Material in diesem kurzen Bande klar und zuverlässig verarbeitet wurde. Krenkel.

Geley, Dr. Gustave, Materialisations-Experimente mit M. Franek Kluski. In deutscher Übersetzung herausgegeben und mit einem Anhang versehen „Die neuere Okkultismusforschung im Lichte der Gegner" von Dr. Freiherrn v. Schrenck-Notzing. Mit 15 Tafeln. 115 S. Leipzig 1922, Osw. Mutze.

Die Lektüre dieses Bändchens wird jeden lebhaft interessieren, der an den Materialisations-Erscheinungen positiven oder negativen Anteil nimmt. Ob auch überzeugen, ist eine andere Frage. Selbstredend sind positive Sitzungen unter anscheinend sehr weitgehenden Vorsichtsmaßnahmen, unter Leitung in diesen Dingen erfahrener, bedeutender Gelehrter (Richet, Flammarion) an sich von Gewicht. Insbesondere, wenn die Ergebnisse in auffälliger Weise sich mit denen früherer (Aksakow) und neuerer Untersucher (Schrenck-Notzing, Mad. Bisson, Crawford usw.) decken. Von einer solchen Häufung erwarte ich geradezu die endliche Entscheidung: sollte wirklich jede eingehende Untersuchung zu positiven Ergebnissen kommen, wird die Gegnerschaft allmählich von selber aufhören. Andrerseits handelt es sich um so absonderliche, in ihren Konsequenzen auf jeden Fall derart weitreichende Erscheinungsgruppen, daß man, beim besten Willen zur Unvoreingenommenheit, instinktiv nach etwa übersehenen Betrugsmöglichkeiten, Lücken in den getroffenen Maßnahmen usw. sucht. Es ist sicher, daß die bloße Lektüre nie die überzeugende Kraft der eigenen Erfahrung haben kann. Erstlich an und für sich nicht, hier wie in allen Dingen. Zweitens weil viele Einzelpunkte, die dem Lesenden Anlaß zu Zweifeln und Unklarheit geben, dem Teilnehmer in befriedigender Weise von vornherein klar sind. Es handelt sich oft um Imponderabilien, so zart, daß sie in Worte gefaßt schon etwas anderes werden, und die in ihrer Gesamtheit doch von großem Gewicht sind. Gewiß soll niemand der Teilnehmer gekränkt oder beargwöhnt werden, aber warum bestanden sie z. B. nicht selbst auf Untersuchung ihrer Kleidung (oder Umkleiden usw.) vor jeder Sitzung? Wenn gegenüber den Experimentatoren selbst diese Beanstandung innerlich sinnlos erscheint, so ist es doch nicht dasselbe mit den anderen Zirkelteilnehmern! Die Forderung ist doch, daß für jeden Leser objektiv feststeht, daß keine Gußformen usw. eingeschmuggelt werden konnten! Wer garantiert uns, den Lesern, hierfür bei einer wechselnd zusammengesetzten, auch wohl zahlenmäßig wechselnden (protokollarische Angaben fehlen leider!) Versammlung von Sitzungsteilnehmern? Daß gar das Medium selbst nicht untersucht wurde (S. 21) halte ich für einen schweren methodologischen Fehler. Ganz einerlei, welche weiteren Kontrollen dies für die Experimentatoren scheinbar oder vielleicht gar wirklich überflüssig machten. Die Anordnungen müssen einander unterstützen und nicht gegeneinander arbeiten! Ferner muß es zweifelsohne irgendwie und irgendwann einmal glücken, das Medium, wenn schon fast völlige Dunkelheit in den entscheidenden Phasen herrschen muß, in objektiv unanfechtbarer Weise zu kontrollieren und außerdem die Hervorbringungen in einer keinen Zweifel mehr offen lassenden Entfernung stattfinden zu lassen. Ein bloßes Festhalten der Hände rechts und links, ein Abstand des Gefäßes mit flüssigem Paraffin (für die Abgüsse der materialisierten Formen) von nur 60 cm (S. 37) konnten ersichtlich wohl den Sitzungsteilnehmern genügen, werden aber bei bloßen Lesern kaum jeden Zweifel aufheben. Und so wäre noch mehr zu erwähnen.

Es würde eine Tat bedeuten, wenn, sei es mit Kluski, sei es mit einem anderen Medium, positive Ergebnisse in Sitzungen erzielt werden könnten, bei denen alle Kontrollen in objektiv sicherer Weise, nach vorheriger Erprobung (auch Gewöhnung des Mediums!) durchgeführt worden sind. Ein wirklicher objektiver, nicht nur für die Teilnehmer überzeugender Erfolg erscheint durchaus möglich, wenngleich das Ganze ziemlich umständlich ausfallen wird — aber es lohnt wahrhaftig jede Unbequemlichkeit, der sich die Beteiligten zu unterziehen haben würden! Vielleicht tragen diese Zeilen dazu bei, mit Herrn Kluski derart einmal ein experimentum crucis vorzubereiten und derart durchzuführen, daß ein rein objektives Ergebnis erzielt wird, das bei abermals positivem Erfolg von weitesttragender Bedeutung sein müßte!

Nach alledem bleibt noch zu sagen, daß die geschilderten Ergebnisse der Versuche, denen eine kurze Mitteilung über Vorleben und Eigentümlichkeiten des Mediums vorausgeht — in allen Punkten die früheren Ergebnisse bestätigen und zum Teil erweitern. Absonderung einer unbekannten, leuchtenden, lichtempfindlichen, rauchartigen,

plastischer Formannahme und temporärer Versteifung fähigen Halbmaterie, die unter dem psychischen Einfluß des Mediums wie der Versuchsleiter zu stehen scheint, ist das Grundphänomen. Produziert wurden meist Hände (auch Füße und Gesichter) die sichtbar, tastbar — und in Paraffin abformbar waren. Es fehlt weder an Gutachten über diese Formen noch an Kontrollmaßregeln gegen Täuschung (Färbung und chemische Kennzeichnung des verwendeten Paraffins), so daß die Arbeit — wir möchten darüber nicht mißverstanden werden — zweifelsohne einen wertvollen, ins Gewicht fallenden Beitrag zu den Problemen der Materialisationen darstellt. Möge es gelingen, auf dieser Grundlage eine klassisch-einwandfreie Versuchsreihe aufzubauen!

Im Anhang, der direkt nichts mit dem Gegenstande der Schrift zu tun hat, setzt sich Schrenck-Notzing in geschickter und temperamentvoller Weise mit neueren Gegnern der physikalisch-mediumistischen Erscheinungen auseinander, so mit Sommer, Kolb, Dessoir, Moll u. a. m. Ein Eingehen auf die Streitfragen selbst ist an dieser Stelle unmöglich. v. Wasielewski.

Wiesners Rohstoffe des Pflanzenreiches. 3. Aufl. fortgesetzt von J. Möller. 3. Band mit 332 Textfiguren. Leipzig 1921, W. Engelmann. 108 M.

Mit Befriedigung werden alle, die an pflanzlichen Rohstoffen interessiert sind, die Kunde vernehmen, daß es der aufopferungsvollen Arbeit J. Möllers gelungen ist, die 3. Auflage des Lebenswerkes Wiesners, über deren Erscheinen er selber ebenso wie sein Mitarbeiter Hanausek hinstarb, zu vollenden.

Der rund 1000 Seiten starke Schlußband behandelt zunächst den wichtigen Abschnitt der Pflanzenfasern, der schon von Wiesner und Zeisel geschrieben war, aber für die Veröffentlichung durch Weese ergänzt wurde. Gerade auf diesem Gebiete hat ja die Forschung der letzten Jahre, angetrieben durch die Erfordernisse der Zeit, mancherlei neue Erfahrungen gebracht. Hier finden auch die zur Herstellung von Papier benutzbaren Fasern Berücksichtigung. Bemerkenswert ist auch eine systematische Übersicht über sämtliche für Fasergewinnung überhaupt in Betracht kommende Pflanzen. Dann schließt sich J. Möller mit einem Abschnitt über unterirdische Pflanzenteile, also Wurzeln, Rhizome und Knollen, an, dem F. Krasser ein kurzes Kapitel über die Zuckerrübe hinzugefügt hat. Dann kommen die Blüten und Blütenteile, die Linsbauer bearbeitete, die Samen in der Bearbeitung von Hanausek mit Ergänzungen von Weese und die Früchte, welche ebenfalls von den letzt genannten Autoren behandelt worden sind. Zum Schluß hat Lafar noch ein kleines Kapitel über die Hefe beigesteuert. Es ist unmöglich, eine Vorstellung von dem Inhalt der oben genannten Kapitel zu geben. Erwähnt sei nur, daß überall die Herkunft des Rohstoffes erörtert, d. h. der genaue botanische Name und die Heimat der Stammpflanzen angegeben wird, daß ferner die Handelsbezeichnungen der Stoffe, ihre besonderen technischen Eigenschaften, ihre Verwendung und Aufbereitung, ihre Bedeutung für den Handel geschildert werden. Das Schwergewicht ruht dann auf der genauen Beschreibung der Rohstoffe, wie sie mit Hilfe botanischer Untersuchungsmethoden, namentlich mit Hilfe des Mikroskops erzielbar ist. Dabei wirken die zahlreichen Abbildungen erfolgreich mit. Diese auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaute Rohstofflehre ist ein schlechthin unentbehrliches Hilfsmittel für den Botaniker sowohl wie für den Techniker, in vielen Teilen auch für den Produzenten, den Fabrikanten und Händler.

Miehe.

Tischner, Rudolf, Monismus und Okkultismus. 103 S. gr. 8°. Leipzig 1921, Verlag von Osw. Mutze.

Der Titel der Schrift erscheint insofern nicht ganz glücklich, als volle zwei Drittel derselben von einer populären Einführung in psychophysische Grundprobleme (Erkenntnistheoretisches, Materie, Psychische Energie, Eigenart des Seelischen, Leib und Seele) eingenommen werden. Da es an brauchbaren allgemeinverständlichen Schriften dieser Art nicht mangelt, wäre vielleicht eine knappe Zusammenfassung des Gegebenen angezeigt gewesen. Doch verdient Hervorhebung, daß Tischners Darstellung sich wesentlich auf Arbeiten von Becher und Driesch stützt, die gerade in naturwissenschaftlichen Kreisen noch keineswegs ihrer großen Bedeutung entsprechend gekannt und gewürdigt sind. — In den folgenden Abschnitten erörtert Tischner die Frage, ob Telepathie und Hellsehen, deren Tatsächlichkeit hier nicht zur Diskussion steht, auf monistischer Basis zu erklären sind — monistisch im modern naturwissenschaftlichen Sinne genommen. Auch in okkultistischen Kreisen wird dies vielfach geglaubt; dagegen kommt Tischner meines Erachtens zutreffend zu einem negativen Ergebnis. Das Schlußkapitel behandelt kurz die wichtigsten philosophischen Fragen, für die die Kenntnis oder Anerkennung okkulter Erscheinungen von Bedeutung ist, als: Erfahrung jenseits der Sinne, transzendentales Subjekt, Unsterblichkeit der Seele, vierte Dimension, Materialisationen, sowie manche philosophischen Anschauungen der Vergangenheit. Zweifelsohne zeigen sich eine ganze Reihe Berührungspunkte, die dem Philosophen eine Beschäftigung mit dem Okkultismus nahelegen. Diese hat übrigens offenbar bereits hier und da begonnen und dürfte sich demnächst fortdauernd verstärken.

W. v. Wasielewski.

Anregungen und Antworten.

Gegen die Kontraktionstheorie. Die Ausführungen zur Kontraktionstheorie von Prof. Nölke in Nr. 6 des Jahrg. 1922 dieser Zeitschrift können m. E. nicht ganz unwidersprochen bleiben. Ich möchte hier nur ganz kurz auf einige schwache Punkte seiner Beweisführung hinweisen.

Die Erde stellt sich uns heute als ein Körper dar, der unter einer festen Gesteinshülle eine mehr oder weniger plastische, vermutlich sehr heiße Masse enthält, die nach dem Innern zu aber anscheinend wieder fest und von stahlartiger Beschaffenheit wird. Nach der Theorie von Wegener verschiebt sich nun die äußere Hülle dauernd unter dem Einfluß kosmischer Kräfte, wodurch sich die fortgesetzte Auffaltung der Gebirge erklärt. Die Ansicht Nölkes, die Gezeitenkräfte des Mondes und die bei der Erdrotation auftretenden Zentrifugalkräfte seien zu schwach, um die Verschiebung zu bewirken, mag zutreffen. Außer diesen Kräften scheinen aber viel gewaltigere kosmische Spannungen auf den Erdkörper einzuwirken, die noch unerforscht und unerkannt sind. Die tägliche Doppelschwingung des Barometers läßt uns hier Kräfte ahnen, die die der Gezeiten vielleicht um das Hundertfache übertreffen und die mir die bisher unbeachtete Ursache der meisten geophysikalischen Erscheinungen zu sein scheinen, wie ich in dem Artikel „Wind und Wetter als Feldwirkungen der Schwerkraft" (diese Zeitschrift, Jahrg. 1921, Heft 7) näher ausgeführt habe.

Ein Beweis dafür, daß die Erdoberfläche früher erheblich heißer als jetzt, womöglich gar glühend-flüssig oder gasförmig gewesen sei, ist nicht vorhanden. Allerdings befinden sich auf der Erde viel Gesteine, die einst glühend-flüssig gewesen sind, diese sind aber bei den fortwährenden Verschiebungen der Kruste aus der Tiefe herausgekommen, wo es auch noch heute sehr heiß ist.

Auch die sog. „Entwicklung" der Sterne, die nach neueren astronomischen Forschungsergebnissen als „Riesensterne" beginnen und allmählich, durch Wärmeausstrahlung ihr Volumen verkleinernd, in den Zustand der „Zwergsterne" übergehen und verlöschen sollen, ist nichts weniger als erwiesen. Auf dem letzten Potsdamer Astronomentage hat E. Wiechert (Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 1921, 3. Heft, S. 185—191) die entgegengesetzte Ansicht vertreten, daß nämlich die Entwicklung gerade umgekehrt verlaufe, daß aus dem Zwerge allmählich ein Riese werde, bis schließlich eine Explosion des Gestirnes erfolge. Daraus werden dann wieder kleinere Weltkörper entstehen und die Entwicklung kann von neuem beginnen. Wiechert nimmt in Übereinstimmung mit der auch von mir auf dem Jenaer Physikertage vertretenen Ansicht (Physikalische Zeitschrift, 1921, S. 636—639) an, daß die Massen, je größer sie werden, um so mehr Wärmeenergie aus dem Äther ziehen. Diese Anschauung gestattet, die Entwicklung der Gestirne als einen ewigen Kreislauf aufzufassen. Auch Nernst scheint sich neuerdings einer ähnlichen Ansicht zuzuneigen.

Die Kontraktionshypothese dagegen geht von der Idee der allmählichen Erkaltung der Gestirne aus, die alle als Gasbälle ihre Geschichte begonnen haben und als finstere kalte Massen endigen. Eine Kraft, die die kalten Massen wieder in Gasbälle zurückverwandelt, gibt es nicht. Die Erkaltungstheorie, aus der die Kontraktionshypothese abgeleitet ist, führt daher zu wissenschaftlich unhaltbaren Folgerungen, die mit der Existenz des Weltalls in Widerspruch stehen. Wahrscheinlich sind sehr große, dichte, kalte Massen überhaupt eine physikalische Unmöglichkeit, da Schwere und Wärme voneinander abhängig zu sein scheinen. Das ist der wichtigste theoretische Einwand gegen die Kontraktionshypothese.

Die Meteoriten- und Aufsturztheorie ist für die Bildung der Weltkörper daher das Gegebene. Die Gründe gegen diese Theorie scheinen mir nicht so „unwidersprechlich" zu sein, wie Herr Nölke annimmt. Die aufstürzenden Massen können bei der fortwährenden kosmischen Durchknetung der Oberfläche der Erde allmählich in die Tiefe gedrängt werden und dort einen vollständigen Umwandlungsprozeß durchmachen, bei dem sie verflüssigt und wieder verfestigt werden, so daß schließlich dieselbe Struktur des Erdkörpers entstehen wird, wie wir jetzt beobachten.

Bei der Gestaltung der Weltkörper sind wahrscheinlich ganz andere Naturkräfte tätig, als wie wir sie im Laboratorium kennen gelernt und bisher allein beachtet haben. Gerade die Erkaltungs- und Schrumpfungstheorie mit ihren unwahrscheinlichen, trostlosen Zukunftsaussichten scheint lediglich dem gar zu engen Erfahrungskreis des Laboratoriumphysikers und des einseitigen Theoretikers ihre Herrschaft zu verdanken. Es ist daher ein großes Verdienst Wegeners, daß er die Aufmerksamkeit auf neue Möglichkeiten hingelenkt hat.

Fricke.

Literatur.

Goebel, Prof. Dr. H., Organographie der Pflanzen. 2. Aufl., III. Bd., Teil 1. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 54 Mk.

Hertwig, Geh.-Rat Prof. Dr. O., Der Staat als Organismus. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 30 M., geb. 45 M.

Soergel, Prof. Dr. W., Die Jagd der Vorzeit. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 24 M., geb. 34 M.

Hauser, Prof. Dr., Die Damaster-Coptolabrus-Gruppe der Gattung Carabus. Sonderabdruck aus „Zoologische Jahrbücher", 45. Bd. Abt. Systematik. Jena '22, G. Fischer. 140 M.

Abel, Prof. O., Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 120 M., geb. 150 M.

Fitting, Prof. Dr., Aufgaben und Ziele einer vergleichenden Physiologie auf geographischer Grundlage. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 6 M.

Molisch, Prof. Dr. H., Anatomie der Pflanze. 2. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 24 M., geb. 34 M.

Newcomb, Simon, Astronomie für Jedermann. 4. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 33 M., geb. 42 M.

Stoklasa, Prof. Dr. J., Über die Verbindung des Aluminiums in der Natur. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 80 M.

Petronievics, Dr. Ph. Br., Über das Becken, den Schultergürtel und einige andere Teile der Londoner Archäopteryx. Genf '21, Buchhandlung Georg & Co.

Janet, Charles, Considérations sur l'être vivant. I. Teil. Beauvais '20, A. Dumontier.

Janet, Charles, Considérations sur l'être vivant. II. Teil. Beauvais '21, A. Dumontier.

Muckermann, Herm., Um das Leben der Ungeborenen. 2. Aufl. 1922. Berlin, Ferd. Dümmlers Verlagsbuchhandlung. 9 M.

Bavink, Bernh., Grundriß der neueren Atomistik. Leipzig '22, S. Hirzel. Brosch. 25 M., geb. 37 M.

Lingenberg, E., Das Weltgebäude. Bad Kissingen '21. Brosch. 20 M.

Jollos, V. u. v. Prowazek, Taschenbuch der mikroskopischen Technik der Protistenuntersuchung. 3. Auflage. Leipzig '22, J. A. Barth. 18 M.

Zander, Prof. Dr. E., Obstbau und Bienenzucht. Stuttgart '22, E. Ulmer. 10 M.

Register zum Zoologischen Anzeiger: Bd. XVIII—XXII. Leipzig '22, W. Engelmann. 280 M.

Inhalt: W. Goetsch, Beiträge zur Relativität der Individuen. (3 Abb.) S. 201. P. Becker, Beiträge zur Höhlenkunde. S. 205. — **Einzelberichte:** Wiegers, Neue Funde aus der älteren Steinzeit. S. 207. Gerould, Die Veränderung der Hämolymphe durch Mutation bei einem Schmetterling. S. 210. — **Bücherbesprechungen:** Einführungsliteratur in den wissenschaftlichen Okkultismus. S. 211. W. Walte, Einstein, Michelson. Newton. S. 213. P. Kukuk, Unsere Kohlen. S. 214. G. Geley, Materialisations-Experimente mit M. Franek Kluski. S. 214. Wiesners Rohstoffe des Pflanzenreiches. S. 215. R. Tischner, Monismus und Okkultismus. S. 215. — **Anregungen und Antworten:** Gegen die Kontraktionstheorie. S. 216. — **Literatur:** Liste. S. 216.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 16. April 1922. | Nummer 16.

Probleme der Artveränderung.

(Nach einer Vorlesung.)

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. phil. et med. Hans Krieg, Tübingen.

Alle die vielen Lebewesen, welche unsere Erde heute bevölkern, sind die Nachkommen langer Ahnenreihen. Der Zeitraum, welchen die Kette der Generationen schon durchmessen hat, übersteigt unser Vorstellungsvermögen.

Wir wissen, daß die Erdrinde tiefgreifende Veränderungen durchgemacht hat: es hat Zeiten gegeben, zu welchen das heutige Europa auf dem Grunde eines weiten Meeres lag und wieder andere, da an gleicher Stelle tropische Wälder und ungeheure Gletschermassen einander ablösten in jahrtausendelangem Rhythmus.

Einen solchen Wandel der Daseinsbedingungen haben die Ahnen der heutigen Lebewesen über sich ergehen lassen müssen. Manche der Tier- und Pflanzenformen, welche die Meere und Wälder, die Steppen und Eisregionen früherer Erdperioden belebt haben, sind dem Wechsel der Zeiten auf die Dauer nicht gewachsen gewesen. Sie sind ausgestorben, und nur ihre versteinerten Reste erzählen in günstigen Fällen von jenen Wesen, deren merkwürdige Gestalten und Bewegungen nie eines Menschen Auge schauen durfte. Unerbittlich hat das kosmische Geschehen alles Leben zerstört, das sich seinem Wechsel nicht unterworfen hat, das nicht die Fähigkeit gehabt hat, sich immer wieder den neuen Lebensbedingungen anzupassen.

„Anpassung" lautet die Parole, welche die lebendige Natur beherrscht. Wer nicht mitmacht, der geht zugrunde. Das große kosmische Geschehen, welches doch letzten Endes alles beherrscht, kennt keine Rücksicht auf das Gewimmel des Lebens.

Und so sehen wir denn, daß sich die Lebensformen verändern mit den Lebensbedingungen; daß Tier und Pflanze von Generation zu Generation diese und jene Eigentümlichkeit ihrer Organisation verändern, ebenso allmählich und kaum erkennbar für den beobachtenden Menschen, wie das „Milieu", die äußeren Daseinsbedingungen, sich umgestalten.

Je öfter und vollkommener sich ein Organismus im Laufe seiner Stammesgeschichte den Veränderungen des Milieus angepaßt hat, um so komplizierter ist er geworden, um so mehr unterscheidet sich seine heutige Form von der ihrer Ahnen.

Die paläontologische, vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Forschung hat der Lehre von der stammesgeschichtlichen Umgestaltung der Organismen so viele Stützen geliefert, daß sie den Charakter einer Theorie verloren hat und zum wichtigsten Leitgedanken der biologischen Forschung geworden ist. Die Vorstellung von der Unbeständigkeit und der fließenden Umgestaltung der Lebensformen hat für uns nichts Befremdendes mehr und wir wenden sie mit guter Begründung in vollem Umfange auf den Menschen an. Es hat Zeiten gegeben, zu welchen sich die Wissenschaft unter dem Banne der Darwinschen Gedankengänge mit Vorliebe in stammesgeschichtlichen Spekulationen über die Entwicklung des Menschengeschlechts erging. Solche Spekulationen werden auch heute noch angestellt, und wir möchten auf ihre belebende Wirkung nicht verzichten. Aber man ist ruhiger und sachlicher geworden; denn je größer die Zahl der exakt-wissenschaftlichen Feststellungen wird, um so geringer wird die Rolle der Phantasie bei ihrer Deutung.

Was ich in dieser Vorlesung im besonderen besprechen möchte, das sind die Momente, welche der Artveränderung zugrunde liegen können. Die hier dargestellten Anschauungen sind in letzter Zeit des öfteren Gegenstand lebhafter Diskussion gewesen, und sie sind zum Teil in den von O. Hertwig, Roux, Haecker, Braus und vielen anderen geäußerten Ansichten irgendwie enthalten. Vor kurzem haben sie in einer eingehenden, sehr lesenswerten Schrift von Weidenreich eine Besprechung erfahren (Weidenreich, Das Evolutionsproblem und der individuelle Gestaltungsanteil am Entwicklungsgeschehen, Springer 1921). Naturgemäß kann im Rahmen dieses Vortrags auf die reiche Literatur nicht eingegangen werden. Ebensowenig können die zahlreichen von den Autoren zur Debatte gestellten Beispiele besprochen werden.

Man pflegt — in unberechtigt scharfer Alternative — bei stammesgeschichtlichen Erwägungen zwei Theorien einander gegenüberzustellen: Darwinismus und Lamarckismus; entsprechend den mancherlei Abänderungen und Ergänzungen, welche die ursprünglichen Fassungen dieser Theorien erfahren haben, pflegt man wohl auch von einem Neodarwinismus und einem Neolamarckismus zu reden. Sie seien hier in wenigen Worten charakterisiert.

Die Lehre Darwins fußt auf der Tatsache der Variabilität der Erscheinungsformen in der lebenden Natur, d. h. auf der Tatsache, daß die Individuen gleicher Art in bezug auf irgendeine ihrer Eigenschaften, welche man nun gerade näher

ins Auge zu fassen beliebt, eine gewisse Ungleichmäßigkeit erkennen lassen. Und in ähnlicher Weise, wie der Tier- oder Pflanzenzüchter durch entsprechende Auswahl der zur Zucht verwandten Individuen, durch Bevorzugung ihm zweckmäßig erscheinender Varianten, sein Tier- oder Pflanzenmaterial im Laufe einiger Generationen in gewünschter Richtung abzuändern vermag, so vollzieht sich eine Abänderung auch in der freien Natur. Der „Kampf ums Dasein" scheidet die im Sinne der Arterhaltung günstigen Varianten von den ungünstigen. Ein strenger Winter etwa tötet alle weniger widerstandsfähigen Individuen, eine Infektionskrankheit rafft sie hinweg oder ein anderer Feind. Dazu kommt noch die auslesende Wirkung des Konkurrenzkampfes gleichartiger Tiere untereinander, z. B. der Kampf, welchen bei manchen Tierarten die Männchen mit ihresgleichen zu bestehen haben, ehe sie zur Kopulation gelangen.

Die Leitgedanken des Darwinismus sind (erbliche) Variabilität — Ungleichwertigkeit — der Individuen in bezug auf irgendeine in Betracht kommende Eigenschaft und Selektion — Auslese.

Demgegenüber geht der Lamarckismus von der Voraussetzung aus, daß die Organisation der Lebewesen sich automatisch umgestalte entsprechend den Ansprüchen, welche die Umwelt an sie stellt. Daß während des individuellen Lebens der Grad und die Art der Inanspruchnahme eines Organs von Einfluß ist auf Grad und Art seiner Ausbildung, ist bekannt. Soll nun eine solche „funktionelle Anpassung" von Einfluß sein können auf die Umgestaltung der Art im Laufe der Generationen, so muß eine solche Anpassung, eine solche „Reaktion auf einen Milieureiz", in Gestalt einer erblichen Anlage auf die Nachkommen übertragen werden können. Mit anderen Worten: man muß von der Voraussetzung ausgehen, daß zur Entwicklung eines höheren Ausbildungsgrades schließlich nicht mehr der Milieureiz selbst als auslösendes Moment nötig ist, sondern daß dieses auslösende Moment in das Erbgut des Individuums beziehungsweise der Art übergehen kann. Dies hat trotz vielfacher Versuche noch nicht nachgewiesen werden können.

Man sieht: der Darwinismus findet positive Belege in der Naturbeobachtung selbst und in der Analogie der künstlichen Zuchtwahl. Der Lamarckismus ist nur eine einleuchtende Hypothese und entbehrt zwingender Belege.

Beide Theorien sind miteinander verknüpft durch folgende Überlegung:

Der Lamarckismus geht aus von der Beobachtung, daß ein Organ auf einen bestimmten äußeren Reiz, eine bestimmte von außen an das Individuum herantretende Anforderung, in typischer Weise reagiert. Diese Reaktion besteht in dem Bestreben, die Reizwirkung als solche zu beseitigen, also einen Gleichgewichtszustand zwischen Anforderung und Leistungsfähigkeit herzustellen. Die Voraussetzung einer solchen Reaktion ist aber die Reaktionsfähigkeit. Diese Reaktionsfähigkeit ist individuell verschieden, sie variiert wie jede andere Eigenschaft eines lebenden Organismus. Und als variierende Eigenschaft unterliegt sie logischerweise der Selektion.

Wenn man will, kann man also zwei Arten von Variabilität unterscheiden: erstens eine echte oder primäre, d. h. von Milieureizen unabhängige Variabilität erkennbarer Eigenschaften; zweitens eine sekundäre Variabilität oder „Modifizierbarkeit". Sie bedarf eines spezifischen Milieureizes, um überhaupt in Erscheinung treten zu können.

Ein beliebiges Beispiel möge diesen zweiten Fall illustrieren.

Würde man eine bestimmte Anzahl von Pferden eines gut ausgeglichenen, also in seinen erblichen Eigenschaften im wesentlichen einheitlichen Schlages, sagen wir Belgier oder Ardenner, in eine Gegend bringen, wo sie starker Winterkälte ausgesetzt sind, so würde man beobachten können, daß sie dank einer ihnen innewohnenden Reaktionsfähigkeit auf den Kältereiz eine stärkere Winterbehaarung bekommen, als in ihrer Heimat. Die genauere Beobachtung würde nun ergeben, daß diese Reaktionsfähigkeit nicht bei allen Individuen gleich groß ist, sondern in zwar geringem, aber doch erkennbarem Grade schwankt. Dabei wären die Ursachen dieser Verschiedenheit in der Reaktionstüchtigkeit vermutlich ähnlicher Art, wie diejenigen anderer individueller Verschiedenheiten: Alter, Ernährungszustand, Aufwuchsbedingungen, Kombinationsmodus gewisser Erbfaktoren bei der Befruchtung, quantitative Wertigkeit eines Erbfaktors.

Noch größer würden natürlich die Unterschiede sein, wenn wir Pferde verschiedener Abstammung in ihrer Reaktionsfähigkeit vergleichen würden.[1])

Diese Reaktionstüchtigkeit kann sich zweifellos durch eine über viele Generationen hin erfolgende Reizwirkung verstärken oder umgekehrt schwächer werden, wenn der Reiz schwach wird oder in Wegfall kommt. Sehen wir doch, daß beispielsweise ein russisches Bauernpferd sich einen stärkeren Winterpelz zulegt, als etwa ein Pferd süddeutscher Herkunft, welches in dasselbe Milieu gebracht worden ist. Dabei kann man annehmen, daß die Fähigkeit, eine besonders starke Winterbehaarung zu bilden, bei den einer künstlichen Zuchtwahl noch nicht unterworfenen Vorfahren dieser Pferde auf dem Wege natürlicher Zuchtwahl entstanden ist, wo eben das Milieu sie verlangte und daß künstliche Zuchtwahl und in anderer Richtung gehende Differenzierung sie bei anderen Rassen oder Schlägen unterdrückt hat oder nicht hat zur Ausbildung gelangen lassen. Daß es sich gerade bei der Winterbehaarung keinesfalls nur um eine Reaktionsfähigkeit han-

[1]) Verf. hatte im Kriege Gelegenheit, derartige Beobachtungen zu machen (vgl. Krieg, Beobachtungen an deutschen Pferden in Rußland, Naturw. Wochenschr. N. F. 15. Band, Nr. 26).

delt, sondern mindestens teilweise um eine regelrechte Erbeigenschaft, geht übrigens aus der Beobachtung hervor, daß beispielsweise ein in Deutschland akklimatisierter Panther zwar ein Winterfell bekommt, daß aber dieses Winterfell niemals die Ausbildung erreicht, wie dasjenige eines im selben zoologischen Garten gehaltenen Schneeleoparden. Man sieht, wie eng verknüpft erbliche Anlage einer Eigenschaft und Fähigkeit, diese Eigenschaft als Reizreaktion zu bilden, miteinander sind.

Von den zahlreichen Beispielen für das enge Verknüpftsein dieser beiden scheinbar so verschiedenartigen Ursachen der Gestaltung sei noch eines erwähnt. Bordage hat beobachtet, daß Pfirsichbäume europäischer Herkunft, welche in tropischem Milieu (Réunion) ausgesät worden waren, in den ersten Jahren etwa $1^1/_2$ Monate lang die winterliche Kahlheit zeigten, im Lauf der Jahre eine allmähliche Anpassung durchmachten und nach etwa 20 Jahren nahezu immergrün waren. Es handelt sich hier zweifellos um eine Reizreaktion, deren langsamer Ablauf wohl so zu erklären ist, daß eine wesentliche reaktive Umstellung der ganzen Konstitution notwendig war, um die nahezu zum rein erblichen Engramm gewordene Reaktion des rhythmischen Laubverlustes zu beseitigen. Wie intensiv diese Veränderung in der Konstitution war, geht aus der merkwürdigen Beobachtung hervor, daß die Sämlinge dieser Pfirsichbäume schon von vornherein angepaßt waren und auch im Bergland immergrün blieben, wo aus Europa stammende Pfirsichbäume stets periodisch kahl werden.[1])

Wo liegt nun die Grenze zwischen erblicher Anlage und Reaktionsfähigkeit? Sie dürfte kaum wirklich existieren. Die schroffe Alternative besteht nur in den Begriffen, nicht in den Tatsachen.

II.

Damit kommt man zu einer schärferen Fassung des Kernproblems des Lamarckismus. Es gipfelt in der Frage: kann aus einer bloßen erblichen Reaktionsfähigkeit, welche bei Einwirkung eines bestimmten Reizes eine bestimmte, sinnlich faßbare Eigenschaft eines Organteiles, Organs und damit eines ganzen Individuums auslöst, eine erbliche Anlage werden, welche automatisch — etwa auf Grund endokriner Reize, jedenfalls aber ohne äußeren Reiz — diese selbe bestimmte, sinnlich faßbare Eigenschaft zur Entwicklung bringt?

Kann an Stelle der Reaktionsfähigkeit die Reaktion selber treten?

Es ist nicht möglich, diese Frage klipp und klar zu beantworten. Aber es gibt Beispiele, welche für eine positive Beantwortung sprechen.

Die äußere Haut, sowie die Schleimhaut der Mundhöhle, Speiseröhre und Scheide des Menschen tragen an der Oberfläche eine vielschichtige Zellenlage, ein „geschichtetes Plattenepithel". Die tiefsten Zellschichten dieses Epithels sind von weicher, plasmareicher Beschaffenheit und haben die Fähigkeit, neue Zellen zu produzieren. Die hier gebildeten Zellen werden nun gegen die Oberfläche hin weitergeschoben. Sie verlieren auf diesem Wege ihre Vermehrungsfähigkeit und wandeln sich in typischer Weise um: sie platten sich immer mehr parallel zur Oberfläche ab, bilden an ihrer Peripherie eine derbe Rinde (Crusta) aus, welche sich zum Zellinnern etwa verhält wie die Rinde eines Brotlaibs zu dessen inneren Teilen; und je näher die einzelne Zelle der Oberfläche kommt, um so derber und flacher wird sie, so daß diese Oberfläche letzten Endes gebildet wird von lauter kleinsten, verhornten Schüppchen, den Endstadien der Epithelzellen.

Ohne Zweifel liegt hier eine zweckmäßige Organisation vor, welche eine gewisse Geschmeidigkeit mit einer derben Widerstandsfähigkeit verbindet. Diese Eigenschaften stehen in deutlicher Proportion zu den Insulten, welchen die betreffende Epithelregion ausgesetzt ist. Sie sind beispielsweise in der Speiseröhre, welche normalerweise nur der verhältnismäßig schwachen Reizung durch eingespeichelte Speiseteile ausgesetzt ist, geringer als an der äußeren Haut, bei welcher neben der Gefahr grober Insulte diejenige der Austrocknung vorliegt. Und an der äußeren Haut sind wiederum Stellen mit besonders starker Insultwirkung, die Handfläche und vor allem die Fußsohle, mit einem besonders erheblichen Polster von geschichtetem Plattenepithel ausgestattet. Eine ganz spezielle Gestaltung des Epithels finden wir am Zungenrücken, wo papillenartige und teilweise stark verhornte Gebilde die mechanische Zungenwirkung unterstützen.

Es liegt kein logisch zwingender Grund vor, derartige Bildungen nicht als Ergebnisse einer selektiven Steigerung ursprünglich richtungsloser Varianten zu erklären. Aber mancher dürfte das Unbefriedigende einer solchen Erklärung empfinden, gerade in Fällen wo — wie hier — die Erscheinungen den Stempel funktioneller Anpassung recht deutlich an sich tragen.

Es ist zunächst die Frage zu stellen: kann ein geschichtetes Plattenepithel als Reaktion auf einen bestimmten Reiz entstehen? — Diese Frage dürfte zu bejahen sein.

An Schleimhäuten, welche normalerweise kein Plattenepithel tragen, kann auf Grund experimenteller oder pathologischer Reize eine Umbildung anderer Epitheltypen zu Plattenepithel erfolgen. B. Fischer hat Scharlachöl in die Milchdrüsen von Kaninchen eingespritzt und daraufhin eine Umwandlung des Drüsenepithels zu einem Plattenepithel mit regelrechter Verhornung festgestellt. Kawamura hat durch mechanische Reizung ähnliches an der Schleimhaut der Luftröhre erzeugt, Fütterer an der Magenschleimhaut; im ersteren Fall (Kawamura) ist also an Stelle eines einschichtigen, mit Flimmerhaaren ausgestatteten, zylindrischen Epithels, im letzteren aus einem ebenfalls zylin-

[1]) Besteht hier nicht eine gewisse Parallele mit Immunität und Anaphylaxie?

drischen Epithel mit drüsigen Adnexen ein Plattenepithel entstanden. Auf chronische Reize vermag das Epithel der Gebärmutter, der Eileiter, der Gallenblase, der Nase, der Luftröhre, der Bronchien, ebenso dasjenige von Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre, Vorsteherdrüse, Paukenhöhle und Mastdarm durch eine epidermisartige Umgestaltung zu reagieren (Borst). Zweifellos handelt es sich in diesen Fällen nicht um eine Umgestaltung schon differenzierter, sondern um eine andersartige Differenzierung junger Zellen des betreffenden Epithels (indirekte Metaplasie). Diese Zellen erweisen sich demnach als pluripotent.

Von dieser Erscheinung, bei welcher eine Epithelform entsteht, welche nicht nur grob-morphologisch, sondern auch in feineren Details (Protoplasmafaserung, Interzellularbrücken, Verhornung[1]) das Bild eines regelrechten geschichteten Plattenepithels zeigt (echte Metaplasie), sind jene Fälle zu trennen, in welchen es sich nicht um eine wirklich funktionelle, sondern nur um eine grobmechanisch bedingte Veränderung handelt, für deren Erklärung eine pluripotente Reaktionsfähigkeit nicht angenommen zu werden braucht, sondern etwa nur Zug- und Druckanomalien oder Austrocknung. Sie werden die feineren typischen Merkmale des geschichteten Plattenepithels vermissen lassen (falsche Metaplasie). Aber ich glaube kaum, daß sich eine scharfe Grenze zwischen echter und falscher Metaplasie wird ziehen lassen. Vielleicht liegen hier nur graduelle Unterschiede vor, welche mit der Verschiedenheit der Qualität und Quantität des Reizes einerseits und andererseits mit der Verschiedenheit der Reaktionsfähigkeit zusammenhängen, deren Minimum gleich Null ist, deren Maximum dagegen sich nicht ohne weiteres angeben läßt, aber jedenfalls genügt, um den funktionellen Ausgleich zwischen Reiz und morphologischer Struktur herbeizuführen.

Man könnte einwenden, daß auch jene Erscheinungen, welche ein auf Grund einer Reizreaktion entstandenes getreues Bild eines geschichteten Plattenepithels darstellen, in Wirklichkeit kein solches seien. Das wäre aber gleichbedeutend mit der Forderung, daß unter diesem Begriff nur solche Bildungen zu verstehen seien, deren Spezifität erblich festliegt. Und das wäre wiederum gleichbedeutend mit der Ignorierung unseres Problems; denn dieses Problem läuft ja gerade auf die Beantwortung der Frage hinaus, ob eine morphologische Bildung als Folge eines Reizes einerseits und eine gleichartige Bildung auf Grund erblicher Veranlagung andererseits vollkommen heterogene Dinge sind oder ob sie nur verschiedene stammesgeschichtliche Stadien darstellen.

Es muß uns interessieren, ob die Umgestaltung irgendeines anderen Epitheltypus in geschichtetes Plattenepithel auch ohne einen Reizimpuls vorkommt, ob sie sich auch rein automatisch vollziehen kann. Es kann sich hier naturgemäß nur um ontogenetische Vorgänge handeln.

Die allmähliche ontogenetische Ausbildung des Zustandes der Mehrschichtigkeit aus demjenigen der Einschichtigkeit läßt sich in der Genese jedes Plattenepithels feststellen. In der Speiseröhre besteht ursprünglich sogar ein richtiges Zylinderepithel.

Es liegt nahe, etwa die strukturellen Besonderheiten der Epidermis, besonders die sehr starke Abplattung und Verhornung ihrer Zellen an der Oberfläche, als eine funktionelle Anpassung an die spezifischen Oberflächenreize (Zug, Druck, Austrocknung) aufzufassen und anzunehmen, daß es ursprünglich derartige Reize waren, welche die Abflachung der Zellen bewirkt haben und ebenso den einer Verdorrung vergleichbaren Verhornungsvorgang und die Ausbildung der Vielschichtigkeit, welche aus einer festen Verbindung zwischen den einzelnen Zellen resultiert. Und es fällt auf, daß alle diese Erscheinungen nicht nur in den verschiedenen Gebieten der Epidermis verschiedene Grade der Ausbildung zeigen, welche der Intensität der dort wirksamen Insulte entsprechen, sondern daß z. B. in der Mundhöhle und Speiseröhre, wo die Insultwirkung eine andere und die Austrocknung eine erheblich geringere ist, weder die Abplattung, noch die Verhornung, noch die Anzahl der Zellschichten denselben Grad erreicht. Eine Ausnahme machen die Papillen der Zunge mit ihrer starken regionären Verhornung, welche aber ebenfalls als Folgen funktioneller Anpassung aufgefaßt werden können.

Und doch entstehen diese Eigentümlichkeiten schon während des intrauterinen Lebens und zeigen schon um diese Zeit spezifische Verschiedenheiten je nach ihrer späteren funktionellen Aufgabe (Fußsohle des Menschen, Schwielen bei Phacochoerus).

Ganz ähnliche Schlüsse ergeben sich aus stammesgeschichtlichen Betrachtungen.

Wir stellen also am Beispiel des geschichteten Plattenepithels eine weitgehende Parallelität fest zwischen rein reaktiver und erblich festliegender Gestaltungsfähigkeit des Organismus. Ich erinnere daran, daß eine gleiche Parallelität sich bei der erwähnten Ausbildung des Winterpelzes ergeben hat. Wir ziehen daraus den Schluß, daß diese beiden Fähigkeiten aller Wahrscheinlichkeit nach eine gemeinsame Wurzel haben. Sie stellen zwei gleichgerichtete Verwirklichungsmöglichkeiten dar, welche sich mehr graduell als prinzipiell voneinander unterscheiden. Es erscheint uns in hohem Maße wahrscheinlich, daß der erste Fall im Laufe einer mehr oder weniger langen Reihe von Generationen fließend in den zweiten überzugehen vermag, d. h. daß im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung aus einer Reaktionsfähigkeit auf äußere Reize eine scheinbar automatisch ab-

[1]) Siehe die Arbeit von Teutschländer im Centralbl. f. allg. Pathologie und Path. Anat. Bd. XXX, Nr. 16 (Dezember 1919).

laufende ontogenetische Reaktion werden kann. Wie dieser Übergang sich vollziehen mag, ist noch ein Rätsel. Es wäre etwa an eine Verschiebung im endokrinen Gleichgewichtszustand zu denken, welcher den ganzen Organismus, also auch die Keimzellen, betrifft, eine Verschiebung, welche über einen Zustand endokriner Schwankungen hinweg zu einem neuen, mehr oder wenig konsolidierten Gleichgewichtszustand führt. Daß Hormone die Wachstumsvorgänge regulieren, ist ja bekannt.

Meiner Ansicht nach liegt in diesem Problem auch der Schlüssel zur Erklärung des biogenetischen Grundgesetzes.

Über die Folgen einer derartigen „Induktion" der Reaktionsfähigkeit für die Erhaltung der Art lassen sich etwa folgende Überlegungen anstellen:

Ist die reaktive Anpassungsfähigkeit eines Organs — sagen wir des geschichteten Plattenepithels — vollkommen in das Erbgut übergegangen, also zu einer endogenen Reaktion geworden, so tritt eine gewisse phylogenetische Starrheit der Erscheinungsform dieses Organs ein. Diese Starrheit kann für die Art möglicherweise letale Folgen haben, weil von nun an eine Umgestaltung im Sinne eines Abbaues des Differenzierungsgrades, nur noch auf dem langfristigen Umweg über die Selektion möglich ist. Gleichwohl kann eine Umdifferenzierung in anderer Richtung noch möglich sein, wenn eine in dieser neuen Richtung führende Reaktionsfähigkeit vorliegt, welche ja ihrerseits nicht ebenfalls erschöpft zu sein braucht. (Daß eine Erschöpfung der Reaktionstüchtigkeit überhaupt als Begleiterscheinung des individuellen Seniums eintritt, ist ja bekannt und sei hier in Parenthese erwähnt.)

Eine solche „Starrheit" als Folge totaler Induktion besteht bei unserem Beispiel, dem Plattenepithel, nicht (auch nicht im Beispiel des Winterpelzes). Wohl liegt die regionär spezifische Erscheinungsform des Epithels erblich fest. Aber es besteht noch ein Plus von Reaktionsfähigkeit: zwar wird die Epidermis der Fußsohle schon embryonal dicker angelegt als die anderer Regionen der Körperoberfläche; aber schließlich wird sie auf Grund der ihr doch noch innewohnenden Reaktionsfähigkeit bei einem mit bloßen Füßen gehenden Bauernkind wesentlich derber und widerstandsfähiger sein als bei einem Stadtkind, das nie barfuß gegangen ist. Auch an der Speiseröhre des Menschen läßt sich beobachten, daß ihr Epithel die Fähigkeit hat, stark zu verhornen und sogar Papillen zu bilden, welche den „fadenförmigen" Papillen der Zunge ähnlich sind, eine Tatsache, welche auch beim Versuch einer ursprünglich funktionellen Erklärung des Entstehens der Zungenpapillen Beachtung verdient. Ein weiteres Beispiel für die morphologische Labilität der Epidermis sei hier noch angeführt: die Epidermis in der Umgebung eines kurativ angelegten Anus praeternaturalis an der unteren Ileumschlinge zeigte nach 12 Monaten eine von der Norm abweichende Struktur. „Das Stratum granulosum und corneum" (zwei für die Epidermis typische Schichten) „sind nicht besonders entwickelt. Die Oberhaut hat sich in ihrem Aussehen derjenigen einer Schleimhaut genähert, — zu fast ähnlicher Gestalt wie die Zona intermedia (Annulus haemorrhoidalis) der Analregion. Gleichzeitig scheinen die zugehörigen Schweißdrüsen sich in ihrem allgemeinen Habitus modifiziert zu haben, wobei sie eine gewisse Ähnlichkeit mit den zirkumanalen Drüsen zeigen." . . . . . „Die offenbar reichliche Sekretion dieser Drüsen hat wahrscheinlich zu der schleimhautähnlichen Veränderung der Bauchhaut beigetragen" (Holmgren, Anat. Anz. 54. Bd.) Der andere Milieureiz, vermutlich die Durchfeuchtung, hat hier also die spezifische Gestaltung der Epidermis verändert.

Ich habe versucht, an Hand eines Beispiels darauf hinzuweisen, daß es doch recht einleuchtend ist, die Möglichkeit erblicher Fixierung einer ursprünglichen Reaktion auf äußeren Reiz anzunehmen. Beweisen läßt sich die Richtigkeit einer solchen Annahme nicht, wenigstens nicht im Sinne eines mathematischen Beweises.

Wenn es noch nicht gelungen ist, experimentell aus einer Reizreaktion, einer Modifikation, eine „Erbeigenschaft" zu machen, so sagt dies meiner Ansicht nach nicht eben viel. Denn für unsere menschlichen Zeitbegriffe mag ein phylogenetischer Übergang von der Reaktionsfähigkeit über ein „gemischtes" Stadium (und vielleicht auch ein Stadium des gestörten endokrinen Gleichgewichts) zur erblichen Fixierung einer Eigenschaft ein außerordentlich langsam fließender sein. Man hat sich ja längst daran gewöhnt, im Vorgang der natürlichen Artveränderung ein so langsames Geschehen zu erblicken, daß die Dauer eines Menschenlebens eine vergleichsweise unbedeutende Zeitspanne darstellt. Stellen wir im Experiment eine — vielleicht pluripotente — Reaktionsfähigkeit fest und erzielen wir auch nur einen geringen, schwankenden Ansatz zu einer erblichen Fixierung der Reaktion, so ist damit viel gewonnen. Es ist ganz willkürlich, zu verlangen, daß die erbliche Fixierung als sprunghafte Alternative zustande kommt. Unter diesem Gesichtspunkt scheint mir manches der scheinbar mit Achselzucken ad acta gelegten Experimente durchaus diskutabel.

III.

Es ist jetzt eine weitere Frage zu besprechen: Können alle erblichen Eigenschaften als erblich fixierte Milieureaktionen aufgefaßt werden? — Diese Frage ist ohne Zweifel mit „nein" zu beantworten; doch wird sich aus dem Folgenden ergeben, daß die Antwort sehr wesentlich von der Definition des Eigenschaftsbegriffes abhängig ist.

Für die Genese sehr vieler Eigenschaften ist der Begriff der funktionellen Anpassung, oder — besser und zugleich allgemeiner gesagt — der Reizreaktion anwendbar; d. h. sie können ihre

tiefste Ursache haben in einer zuerst nicht induzierten, später vielleicht induzierten Reaktionsfähigkeit, welche sowohl in nicht induziertem, wie in induziertem Zustande dem verstärkenden Einfluß der Selektion unterworfen ist. Führt man diesen Gedankengang konsequent durch, so gelangt man zu der Anschauung, daß der — rein fiktive — Zustand einer pluripotenten, richtungslosen Reaktionsfähigkeit auf äußere Reize überhaupt die stammesgeschichtlich ursprünglichste Stufe darstellt. Ein Beispiel für diese Stufe gibt es nicht. Einen gewissen „Annäherungswert" könnte man sich etwa in der Gestalt einer denkbar einfachsten Amöbe vorstellen (einen nicht weniger falschen „Annäherungswert" repräsentiert — als Beispiel für induzierte Pluripotenz — die Geschlechtszelle oder undifferenzierte Somazelle eines Metazoons). Es ist nun ohne weiteres klar, daß schon bei den Lebewesen dieser Stufe die Reaktionsfähigkeit individuell verschieden ist, denn die Art und Wertigkeit ihrer Konstitution ist vom Milieu abhängig. Schon hier kann die Selektion einsetzen, indem sie die reaktionstüchtigsten Individuen bevorzugt. Eine bestimmte Richtung kann die stammesgeschichtliche Weiterentwicklung aber erst bekommen auf Grund dauernder Wirkung gleichartiger Reize. Dann erst kann auch die Selektion immer wieder gleichsinnig wirken. Erst so kann eine Spezialisierung der Organisation erfolgen.

Je mehr nun die spezifische Reaktionsfähigkeit als spezifische endogene Reaktion in das Erbgut übergeht — induziert wird —, um so prägnanter wird die Wirkung der Selektion, denn um so größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß das Zuchtmaterial, welches von der Selektion erfaßt wird, auch tatsächlich seine Wertigkeit vererben wird und nicht etwa nur besser scheint, weil zufällig ein besonders starker Reiz eine besonders starke Reaktion ausgelöst hat.

Als Folge totaler Induktion muß so eine Population oder sonstige Individuengruppe entstehen, welche in bezug auf die betreffende Eigenschaft keine individuelle Reaktionsfähigkeit, also keine funktionelle Anpassungsfähigkeit mehr besitzt. Dann beherrscht die Selektion allein die weitere Differenzierung dieser Eigenschaft. Und wenn diese Eigenschaft individuelle Verschiedenheiten zeigt, so sind dies keinesfalls Modifikationen reaktiver Art, sondern es sind Varianten im strengen Sinne der Vererbungslehre, deren Ursache auf der dem Gesetz des Zufalls folgenden Verschiedenheit der Kombination der Erbfaktoren beruht. Selbstverständlich hat jedoch dieses Gesetz nicht nur im extremen Fall einer totalen Induktion Geltung, sondern spielt schon bei den ersten Anfängen induktiver Vorgänge eine Rolle. Exakt faßbar wird es aber um so eher sein, je vollständiger die Induktion ist, je größer die erbliche „Starrheit" der Eigenschaft.

Es kann also die Summe der induzierten Anlagen oder Potenzen als das Material betrachtet werden, welches durch Umgruppierung zu neuen Erscheinungsformen führen kann, welche selbstverständlich der natürlichen Auslese unterstehen.

Eine gesonderte Erwähnung verdienen alle jene Eigentümlichkeiten der Organisation, welche keinesfalls als induzierte Reaktionen (richtige erbliche Anlagen) aufgefaßt werden können, ebensowenig aber als nicht induzierte Folgen irgendwelcher Reaktionsfähigkeit. Ich meine die Eigentümlichkeiten, welche als mechanisch bedingte Begleit- oder Folgeerscheinungen irgendwelcher Wachstumsvorgänge zu deuten sind. Hierher gehört beispielsweise die Gestalt der Leber, welche auch Weidenreich in den Kreis seiner Betrachtung gezogen hat. Sie ist zweifellos nur abhängig von den räumlichen Verhältnissen in der oberen Bauchregion und für die Funktion nicht von Belang. Die Zahl der korrelativ bedingten Besonderheiten der Organisation ist sicherlich enorm. Man denke nur etwa an die Umwege, welche viele Nerven und Blutgefäße machen, um zu ihrem Arbeitsgebiet zu gelangen. Viele solcher Fälle lassen sich mühelos entwicklungsmechanisch erklären. Ich erinnere an die letzten Gehirnnerven. Auch die Streifen- und Fleckenzeichnungen des Felles bei vielen Säugetieren mag hier angeführt werden, für welche ich wahrscheinlich machen konnte, daß sie mechanisch-korrelative Begleiterscheinungen der in einer bestimmten Wachstumsphase bestehenden Zug- und Druckverhältnisse in den äußeren Bedeckungen sind.

Hier kann also von einer funktionellen Bewirkung oder Reaktion nicht gesprochen werden. Daß solche Erscheinungen „erblich" sein können, liegt auf der Hand; denn sie sind es, sobald die Eigenschaften erblich sind, deren Folge- oder Begleiterscheinungen sie sind. Den Namen von Erbeigenschaften verdienen sie nicht.

Endokrin-korrelativ bedingte Erscheinungen mit mechanisch-korrelativ bedingten ohne weiteres gleichzusetzen, geht nicht an; eine Kritik findet hier noch keinen Boden, ehe die Beziehungen endokriner Vorgänge zum Vererbungsgeschehen und zum Verwirklichungsgeschehen besser bekannt sind.

IV.

Es ist vorhin gesagt worden, daß dauernd gleichartiger Milieureiz und Selektion eine richtende Wirkung auf die Veränderung eines Organs — und damit eines Organismus — haben können. Es bleibt jetzt noch der Fall zu erwägen, daß die Ansprüche der Umwelt, also auch die Mittel zur Anpassung, Reiz und Selektion, eine Veränderung erfahren.

Es wird eine Umdifferenzierung erfolgen, für welche zwei Hilfsmittel zur Verfügung stehen, welche entweder getrennt oder in graduell verschiedener Kombination in Funktion treten werden, je nach den gegebenen Voraussetzungen.

Das erste Mittel ist eine spezifische Reaktionsfähigkeit auf den neuartigen Reiz, welche trotz

der einseitigen Spezialisierung erhalten geblieben sein kann; das zweite ist die Selektion, welche in jenen Fällen als einzige Möglichkeit übrig bleibt, wo infolge einseitiger Spezialisierung die Pluripotenz der Reaktionsfähigkeit verloren gegangen ist.

Die bisherige Form der Spezialisierung wird automatisch nicht mehr erfolgen, soweit sie den Charakter einer Reizreaktion hatte; sie wird allmählich durch negative Auslese reduziert werden, soweit sie erblich festlag und durch Variabilität der Selektion Angriffspunkte bietet. So vollzieht sich an dem nicht mehr zweckmäßigen Organ eine regressive Umgestaltung, welche entweder als einfache Reduktion oder Rudimentierung oder als Funktionswechsel in Erscheinung tritt.

„Funktionswechsel" ist ein Begriff, welcher für ganz verschiedenartige Vorgänge Anwendung zu finden pflegt. Ein Funktionswechsel kann dadurch vorgetäuscht werden, daß ein „Organ" mit ursprünglich mehreren Funktionen diese teils aufgibt, teils beibehält. Die bleibenden Funktionen können dabei eine sekundäre quantitative Steigerung erfahren (lymphatische Funktion des Wurmfortsatzes). Es liegt also kein Funktionswechsel vor, sondern eine Funktionseinschränkung oder Funktionsspezialisierung. Der regelrechte Funktionswechsel fällt unter den Begriff der „Umdifferenzierung" (Kiemenderivate). Im übrigen ist gerade hier wieder einmal die Ungenauigkeit des Organbegriffs besonders störend.

Was die echte Rudimentierung betrifft, so ist für sie ein wirklich eindeutiges Beispiel kaum zu finden: absolute Funktionslosigkeit ohne irgendwelchen Funktionsreiz und ohne positiven Selektionswert. Eine Selektion muß zwar auch in diesem Falle wirken; aber ihre Wirkung ist regressiv und betrifft weniger einen bestimmt gerichteten Abbau der spezifischen Struktur, als einen solchen der Masse, welche in ihrer Gesamtheit als lästiger Fremdkörper wirkt.

So stellt sich eine merkwürdige Erscheinung ein: ein asymmetrisches, quantitatives Schwanken der Eigenschaft bzw. des Organs, eine Form der Variabilität, welche entweder gar keine oder eine regressive Richtung erkennen läßt, weil kein Funktionsreiz und keine positive Selektion sie mehr richten und „bei der Stange halten". Das Bild verlockt zur Anwendung des Vergleichs mit einer ohne rechte Ordnung weichenden Truppe.

Es ist denkbar, daß der Mangel einer positiven Selektion allein schon eine gewisse Richtungslosigkeit der Variabilität mit sich bringt. Man denke an die Erhöhung der Variabilität verschiedenster Art als Domestikationsfolge. Doch scheint mir gerade bei der Reduktion von an sich noch reaktionsfähigen Eigenschaften der Wegfall des richtenden Milieureizes von großer Bedeutung zu sein.

Hierfür spricht meine Beobachtung,[1]) daß die funktionslosen Rudimente des Brustschultergürtels der Blindschleiche eine geradezu enorme asymmetrische Variabilität zeigen gegenüber den homologen Elementen des Brustschultergürtels bei einer gewandt laufenden Eidechse (Lacerta serpa), ja sogar gegenüber jenen einer Erzschleiche, bei welcher die Extremitäten zwar sehr schwach entwickelt, aber immerhin noch funktionsfähig sind.

Es seien hier die Variationskoeffizienten der untersuchten Knochen zusammengestellt:

	Lacerta serpa	Chalcides tridactylus (Erzschleiche)	Anguis fragilis (Blindschleiche)
Schlüsselbein	4,3	4,1	8,6
Episternum			
vorderer Fortsatz	12,9	6,5	fehlt bei 42 %
hinterer Fortsatz	7,7	9,0	**25,9!**
Seitenfortsätze (Durchschnitt)	11,4	4,7	**23,6!**
Sternum längs	7,0	8,2	nicht meßbar
quer	7,8	6,7	nicht meßbar

Noch eindringlicher sind die Beobachtungen nicht meßbarer Art. Sie ergeben eine stark bilaterale Asymmetrie der Teile bei der Blindschleiche mit Ausnahme des Schlüsselbeins, welches auch bei ihr noch eine besondere funktionelle Bedeutung hat. Und ebenso läßt sich eine starke Asymmetrie bei der Erzschleiche gerade an den hinteren Teilen des Sternalapparates feststellen, welche zweifellos in ursächlichem Zusammenhang steht mit der Reduktion der Pars posterior des großen Brustmuskels.[2]) Bei der Eidechse fällt die ziemlich straffe Symmetrie sogar extremer Varianten auf.

Alles in allem scheint mir aus diesen Beobachtungen die gestaltende und richtende Bedeutung des Funktionsreizes zu sprechen. Es wäre Straußenpolitik, wenn man diese Bedeutung ignorieren würde und als Gestaltungsursachen nur irgendeine primäre Variabilität und die Selektion betrachten wollte.

Die wesentlichste Absicht dieser Ausführungen war, zu zeigen, wie die Begriffe, welche wir den Vorgängen der Entwicklung zugrunde legen oder — besser gesagt — welche wir auf diese Vorgänge projizieren, nirgends scharf begrenzbar sind, sondern einander teilweise überdecken und ineinandergreifen.

[1]) Krieg, Beiträge zur Rudimentierungsfrage nach Beobachtungen an Anguis fragilis, Chalcides tridactylus und Lacerta serpa. Arch. f. Entw.-Mech. XLV. Bd., 1919.

[2]) Natürlich sind in derartigem Sinne nur Asymmetrien zu erklären resp. auszuwerten, welche das Bild einer fluktuierenden Variabilität zeigen. Vgl. Stieve: Bilaterale Asymmetrien im Bau des menschlichen Rumpfskelettes. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. I. Abt., 60. Bd., Heft 1/2.

Die Vorgänge in der lebenden Natur laufen zwangläufig auf allen Wegen, welche Milieu und eigene Struktur in ihrer tausendfältigen Wechselwirkung zulassen oder vorschreiben.

Die Gegenstände unserer Forschung richten sich nicht nach unseren Mitteln der Erkenntnis. Sondern unsere Erkenntnis rankt sich an ihnen empor und durchdringt sie, soweit ihre Mittel dazu ausreichen. Analogieschlüsse, Hypothesen, Fiktionen bilden ihre vorläufigen Ergänzungen, und diese können nur schrittweise durch exakte Feststellungen ersetzt werden. — Dabei sind Formulierungen mit klarer Alternative zwar didaktisch zweckmäßig und begrifflich leichter zu handhaben als solche elastischer und unscharf begrenzter Art. Sie werden deshalb leichter zum Allgemeingut. Aber mehr als die anderen sind sie Kunstprodukte.

Freilich können wir ohne scharf begrenzte Begriffe und Vorstellungen nicht auskommen; die Organisation unseres Denkorgans ist dazu nicht fein genug. Aber wir müssen wenigstens diese Kunstprodukte als solche erkennen und jede Starrheit auf hypothetischem Gebiet zu vermeiden suchen. Diese Tendenz scheint mir in der modernen Biologie glücklicherweise zu bestehen und einen Ausdruck zu finden in der mehr quantitativen und korrelativen Fassung der Arbeitshypothesen in der Vererbungslehre, Konstitutionslehre, Psychologie und Entwicklungsgeschichte.

Einzelberichte.

Eine neue Theorie der Elektrolytlösungen.

Vor rund einem halben Jahrhundert übertrug van't Hoff die Gesetze des Gasdruckes auf die osmotischen Erscheinungen. Er fand, daß die Lösungen von Elektrolyten einen abnormen, meist beträchtlich höheren Druck besitzen als die Theorie verlangt. Für Elektrolytlösungen mußte die bekannte Zustandsgleichung der Gase mit dem berühmten Faktor i versehen in der Form $PV = iRT$ geschrieben werden. Arrhenius sprach dann den Gedanken aus, daß Elektrolyte in Lösung teilweise „dissoziieren", d. h. in „Ionen" zerfallen. Die Anzahl der osmotisch wirksamen Teilchen war damit vergrößert, und der Faktor i bedeutete nicht mehr eine prinzipielle Einschränkung der van't Hoffschen Gesetze. Insbesondere Ostwald hat in seinem Verdünnungsgesetz dieser Theorie der elektrolytischen Dissoziation zu ihrer heute allgemeinen Anerkennung verholfen. Allerdings galt sein Verdünnungsgesetz nur für schwache, also wenig dissoziierte Elektrolyte. Die starken, zu denen aber gerade einige unserer wichtigsten Stoffe gehören, wie Schwefel- und Salzsäure, viele anorganische Salze usw., fügten sich dem Gesetz ganz und gar nicht. Seitdem sind eine große Reihe von Versuchen gemacht worden, die „Anomalie der starken Elektrolyte" zu erklären. Auch die nachstehend wiedergegebene Arbeit geht von dieser Anomalie aus, überwindet sie aber dadurch, daß sie zum normalen Zustand und nun umgekehrt die verdünnten Lösungen zu Sonderfällen gemacht werden.

Nach J. Chandra Ghosh[1]) spaltet sich jedes Salz bei der Auflösung in einem beliebigen Lösungsmittel völlig in Ionen. Aber die Beweglichkeit dieser Ionen ist bedingt durch die elektrischen Anziehungskräfte, die entgegengesetzt geladene Ionen aufeinander ausüben. Infolgedessen können sich die Ionen nicht willkürlich bewegen, sondern die Arbeit A, die zur völligen Trennung eines Mols erforderlich ist und die mit der Natur des Elektrolyten wechselt, bestimmt die Beweglichkeit. Die Arbeit A ist mithin der grundlegende Faktor der Ionenbeweglichkeit und damit also der osmotischen und verwandten Erscheinungen. Sie läßt sich als ein Potential im Innern der Lösung auffassen und durch den Ausdruck

$$e^{-\frac{A}{nRT}}$$

darstellen. Andererseits kann man die absolute Größe von A berechnen, wenn man die Größe der Entfernung zwischen den Ionen eines jeden Neutralteilchens, von Ghosh „Dublett" genannt, kennt. Überträgt man die aus den Laueschen Röntgenphotogrammen gewonnenen Vorstellungen auf die Lösungen, so ergibt sich als wahrscheinlichste Anordnung der Ionen die eines würfelförmigen Raumgitters, dessen Ecken von entgegengesetzt geladenen Ionen besetzt sind. Alsdann aber ist die Entfernung r zwischen diesen

$$r = \sqrt[3]{\frac{V}{2N}},$$

wobei N die Dublettenzahl, 2N also die der Ionen bedeutet. V ist das Volumen der Lösung, in dem ein Mol gelöst ist. Die zur völligen Trennung der Ionen zu leistende Arbeit ist nach bekanntem Gesetz $\frac{E^2}{Dr}$, wo E das Elementarquantum, D die Dielektrizitätskonstante des Lösungsmittels ist. Nun sind N Dubletten vorhanden, die zur Trennung aller Ionen nötige Arbeit A ist mithin

$$A = \frac{NE^2}{Dr}.$$

Hierin sind nun alle Glieder auf der rechten Seite zu errechnen, man bekommt also den gesuchten A-Wert. Ohne weiteres ist zu ersehen, daß er mit steigender Verdünnung sinkt und sich Null

[1]) Zeitschr. f. physikal. Chemie 98, S. 211, 1921.

nähert, der Erfahrung entsprechend. Ganz analog dieser Ableitung ist diejenige für ternäre Elektrolyte, wie $CdCl_2$ und andere.

Die Richtigkeit dieser Grundgleichung und damit der gesamten Theorie läßt sich daran prüfen, daß ihre Folgerungen mit der Erfahrung möglichst quantitativ übereinstimmen. Eine Wiedergabe aller hierzu nötigen rechnerischen Ableitungen, sowie ein Vergleich der gemessenen und berechneten Werte verbietet sich hier. Wir begnügen uns daher mit einer qualitativen Übersicht.

Das Gesetz von Ohm gilt bekanntlich auch für Elektrolyte. Wir sahen bereits, daß A bei unendlicher Verdünnung Null ist. Dann aber leiten alle Ionen. Die molare Leitfähigkeit muß also ihren höchsten Wert erreichen. Ein Vergleich der dazwischenliegenden Werte der Leitfähigkeit bei endlichen Verdünnungen mit den nach Ghosh berechneten zeigt vorzügliche Übereinstimmungen, so daß in der Tat die Grundgleichung allgemein gilt und die bei der bisherigen Form der Theorie auftretenden Anomalien in Wegfall kommen. Ferner nimmt mit steigender Temperatur die Dielektrizitätskonstante des Wassers ab. Dementsprechend muß auch A abnehmen. Gleichzeitig aber nimmt die kinetische Energie mit der Temperatur zu, was eine Vergrößerung von A zur Folge haben muß. Die Resultante aus beiden Einflüssen muß eine gelinde Abnahme des Dissoziationsgrades mit wachsender Temperatur sein, was die Messungen von Noyes[1]) in der Tat ergaben.

Nernst sprach zuerst den Gedanken aus, daß die Dielektrizitätskonstante eines Lösungsmittels sein Dissoziationsvermögen bedinge. Nach der Grundgleichung ist in der Tat die Dielektrizitätskonstante die einzige Eigenschaft des Lösungsmittels, die den Wert von A, also die Dissoziationsgröße bestimmt. Wiederum zeigt sich beste Übereinstimmung zwischen Erfahrung und Messung. Gleichzeitig aber konnte gefolgert werden, was auch von anderer Seite schon geschehen ist, daß ein anscheinend binärer Elektrolyt wie Tetraäthylammoniumjodid $N(C_2H_5)_4J$ sich zunächst zum Doppelmolekül polymerisiert und dann nach dem Schema

$$[N(C_2H_5)_4J]_2 = 2\,N(C_2H_5)_4^{\cdot} + J_2^{\cdot}$$

dissoziiert.

Endlich gestattet die neue Theorie eine Ableitung für das oben erwähnte Verdünnungsgesetz Ostwalds. Nach diesem gilt für schwache Elektrolyte die Gleichung

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)V} = K.$$

Hierin ist α der dissoziierte Anteil, $(1-\alpha)$ also das Nichtdissoziierte, V die Verdünnung. Nach Ghosh hat man nun für schwache Elektrolyte ein Gleichgewicht zwischen einer nichtpolaren, undissoziierbaren Form des Elektrolyten (das sog. Dublett) und einer polaren, völlig dissoziierten Form anzunehmen. Zwar bleibt dann in Ostwalds Gleichung $(1-\alpha)$ bestehen, denn es bedeutet nunmehr die Konzentration der nichtpolaren Form. Dagegen tritt zu α ein Koeffizient x, der den Dissoziationsgrad, besser den „Aktivitätskoeffizienten" der völlig dissoziierten Ionen bei der Verdünnung V ausdrückt. Die Gleichung für das Verdünnungsgesetz wird also nunmehr: $\frac{(\alpha \cdot x)^2}{(1-\alpha)V} = K.$

Für sehr schwache Säuren ist x, also auch $\frac{x}{V}$ sehr klein, kann also vernachlässigt werden, so daß a für alle Verdünnungen fast gleich 1 wird, was Übereinstimmung mit der Ostwaldschen Form des Gesetzes bedeutet. Für mittlere und starke Elektrolyte aber ist der Faktor x zu berücksichtigen. Wiederum muß gesagt werden, daß Ghosh eine Rechnung gelingt, die wirklich auch für stärkste Säuren K-Werte ergibt. Damit ist denn zum ersten Male die sog. Anomalie der starken Elektrolyte dem allgemeinen Prinzip der Dissoziationstheorie untergeordnet worden.

Wenn, was wahrscheinlich genannt werden muß, die hypothetische Voraussetzung der angedeuteten Theorie, nämlich die durch den Wert A ausgedrückten Verhältnisse experimentell erhärtet werden können, so stellen die Ausführungen von Ghosh in der Tat einen bedeutenden Fortschritt in der Theorie der elektrolytischen Dissoziation dar.

H. Heller.

[1]) Zeitschr. f. physikal. Chemie 46, S. 323, 1903.

Parasiten in Bakterien?

Der französische Bakteriologe F. d'Hérelle hat im Jahre 1917 in den Compt. rend. de la société des sciences (10, XI) erstmalig Mitteilung von ganz merkwürdigen Beobachtungen gemacht, die weiterhin fortgesetzt und auch neuerdings im Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin mit dem Erfolg nachgeprüft worden sind, daß an den wesentlichsten Tatsachen, so eigenartig sie auch zu sein schienen, kaum noch gezweifelt werden kann. Obwohl sich naturgemäß hauptsächlich die medizinische Bakteriologie für die Entdeckungen d'Hérelles interessiert, haben sie doch eine allgemein-naturwissenschaftliche Bedeutung, so daß sich ein kurzer Bericht rechtfertigen würde. Wir schließen ihn an eine Darstellung, die d'Hérelle selber in der Presse medicale (Nr. 47, 1921) geliefert hat, und die ausführlich in der Zeitschrift für ärztliche Fortbildung (18. Jahrg., Nr. 23, 1921) wiedergegeben ist. Die Beobachtungen wurden an Ruhrbazillen gemacht. Die Ausleerungen eines Ruhrkranken wurden in Bouillon aufgeschwemmt, worauf diese Emulsion durch ein bakteriendichtes Filter (und zwar eine Porzellankerze) filtriert wurde. Von diesem Filtrat wurden 10 Tropfen einer dicht durchwachsenen Reinkultur des Ruhrbazillus in Bouillon hinzugesetzt. Nach 12 Stunden war diese vorher naturgemäß stark getrübte Kulturflüssigkeit vollständig klar

geworden, alle darin befindlichen Bakterien waren vollständig zerfallen und aufgelöst. Das wäre nach dem, was man von spezifischen Bakterienlysinen weiß, noch nicht wunderbar. Merkwürdig ist nun aber das folgende. Wird ein Tropfen dieser aufgelösten Kultur einer neuen Ruhrbazillenkultur hinzugesetzt, so wird diese ebenso wie jene klar, d. h. die Bakterien werden in ihr aufgelöst. Impft man von dieser Flüssigkeit wieder eine Spur in eine neue Kultur, so wird sie ebenfalls klar, und diese Überimpfung kann man von Gläschen zu Gläschen mit immer gleichem Erfolge fortsetzen. Diese unbegrenzte Weiterimpfbarkeit schließt den Gedanken aus, daß etwa die ursprüngliche Impfmenge noch nachwirke, man muß vielmehr annehmen, daß das lytisch wirkende Agens sich vermehrt hat. Vermehrungsfähigkeit ist bislang nur lebenden Organismen zugeschrieben, und d'Hérelle zögert denn auch nicht, als Ursache der Auflösung der Ruhrbazillen ein Kleinlebewesen anzusprechen, das, da es durch ein Porzellanfilter hindurchgeht, zu den ultravisiblen Mikroben gehören müsse. Ein unsichtbarer Parasit befällt die Ruhrbazillen und vernichtet sie. Die Wirkung des von d'Hérelle als bakteriophages Virus bezeichneten Impfstoffes zeigt sich auch auf Plattenkulturen. Wird auf einer Agarplatte etwas Flüssigkeit aus einer Ruhrbazillenkultur ausgestrichen, so entsteht der übliche dichte Bakterienrasen. Wird aber der Reinkultur etwas von dem lytischen Agens hinzugefügt, und werden dann von ihr in gewissen Zeitabständen Plattenausstriche gemacht, so zeigen sich von einem bestimmten Alter der infizierten Ausgangskultur an die Ausstriche als von leeren Flecken durchsetzt, und schließlich ergibt ein Ausstrich überhaupt keine Rasen mehr. Die leeren Flecke sollen nun nach d'Hérelle Kolonien des Bakterienfressers sein, die mit dem Ausstrich hierher gepflanzt sich vermehrten und die Bakterien aufzehrten. Diese erstaunliche Wirkung soll sich nicht nur den Ruhrbazillen gegenüber zeigen, sondern gegenüber zahlreichen anderen Bakterien, z. B. Typhus-, Paratyphus-, Pestbakterien u. a. Das Virus soll sich im Darm sehr verschiedener Tiere, vom Menschen bis zur Seidenraupe, finden. Es ist ein obligater Parasit. Denn wenn das Filtrat in unbewachsene Bouillonröhrchen sukzessive übertragen wird, so nimmt seine Wirkung sehr schnell ab. Auch müssen die Bakterien, die das Virus vernichtet, lebend sein, tote Bazillenaufschwemmungen werden nicht aufgelöst. Eine Vermehrung des Virus findet also nur in Berührung mit lebenden Bakterien statt. Nun weisen aber spätere Befunde, wie wir einem Sammelbericht von U. Friedemann in den „Naturwissenschaften" (S. 1012, 9. Jahrg., 1921) entnehmen, auch auf andere Erklärungsmöglichkeiten hin. Das Virus soll ein fermentartiger Körper sein. Es soll nämlich ziemlich resistent gegen Erwärmung und Antiseptica sein, und Bordet und Mitarbeiter fanden, daß auch in der vorher doch sterilen Bauchhöhle eines Versuchstieres sich dann ein wie oben vermehrungsfähiges Virus entwickelte, wenn vorher Kolibazillen eingespritzt worden waren. Bordet stellt sich demgemäß die Vorgänge folgendermaßen vor. Das Tier scheidet, wie das ja durch andere Beobachtungen längst erwiesen ist, ein gegen die eingeführten Bakterien gerichtetes spezifisches Vernichtungsmittel ab, eine Art Ferment. Dieses aber veranlaßt im Kontakt mit lebenden Bakterien diese letzteren zur Produktion des gleichen Fermentes, so daß dessen Menge immer wieder anwächst. Es sollen nämlich immer einzelne Individuen dem Auflösungsprozeß entgehen, da sie gegen das Ferment immun geworden sind, gleichwohl aber in der induzierten Fermentproduktion fortfahren. Sobald solche Trotzer der Bakterienaufschwemmung zugefügt werden, lösen sie diese auf. Man kann nicht sagen, daß dadurch der Vorgang völlig klar wird, ebensowenig wie man die Auffassung d'Hérelles selber schon als befriedigend ansehen kann. Miehe.

Zur Relativitätstheorie.

Einstein gründet seine etwas kühnen Ideen über die Abhängigkeit der Zeit von der Bewegung im Raume bekanntlich auf angebliche Widersprüche in den optischen Experimenten, die mit dem Vorhandensein eines substantiellen Äthers unvereinbar sein und die Relativität von Raum und Zeit zur „unabweisbaren Konsequenz" haben sollen. Demgegenüber weist der bekannte Optiker Prof. Strehl in Hof im Anschluß an die auch von mir vertretene Ätherwirbeltheorie in der „Zentralzeitung für Optik und Mechanik" (42. Jg., S. 377) darauf hin, daß die optischen Versuche sich offenbar gar nicht widersprechen, wie allgemein behauptet wird, sondern sich vielmehr zu einem klaren Bilde vom Bewegungszustande des Äthers ergänzen. Strehl schreibt: „Der Äther im Weltenraum als Ganzes ruht (Aberration der Fixsterne). — Bewegte Sonnen (spektroskopische Doppelsterne) und Planeten (Michelson) nehmen den Oberflächenäther mit (die Wellenlänge bleibt invariant; die Lichtgeschwindigkeit in bezug auf den mitbewegten Äther c, in bezug auf den ruhenden Raum c + a; beim Übergang in den ruhenden Weltäther ändert sich die Wellenlänge und wird die Lichtgeschwindigkeit c). — Bewegtes Gas, Wasser u. dgl. nehmen den Zwischenäther verzögert mit (Fizeau). — Bewegte Luft oder leere Zwischenräume nehmen den Äther gar nicht mit (Sagnac, d. i. Versuch mit kreisförmigem Lichtweg und schneller Rotation); bewegte irdische Lichtquellen nur in ganz dünner Schicht (vgl. spektr. Doppelsterne). Vermögen diese annehmbaren Vorschläge das Rätsel nicht zu lösen?" Die angeblichen Widersprüche in den optischen Versuchen, auf denen Einstein seine selbst in sich höchst widerspruchsvolle Theorie aufgebaut hat, existieren offenbar nur in der Phantasie einiger Theoretiker. Bei der lebhaften

Diskussion über Einsteins Theorie scheint mir dieser Punkt viel wichtiger als die philosophischen Streitigkeiten über relativ und absolut, die mit den Experimenten nur in einem sehr lockeren Zusammenhange stehen und von Einstein sozusagen an den Haaren herbeigezogen sind.

Fricke.

Zum psycho-inkretorischen Parallelismus.

Im folgenden sei über zwei Mitteilungen berichtet, die beide auf einen Zusammenhang zwischen Psyche und Inkretion eingehen, wenn auch der Ausgangspunkt der in den beiden Arbeiten geschilderten Untersuchungen ein verschiedener ist.

Der Verf. der vortrefflichen Einführung in „Die innere Sekretion" (Springer, 1921) A. Weil teilt in der Deutschen medizinischen Wochenschrift (Nr. 6, 48. Jahrg., 1922) über die Beziehung zwischen Geschlechtstrieb und innerer Sekretion neue Beobachtungen mit. Aus den bisherigen klinischen Erfahrungen ist zu ersehen, daß ein auffälliger Zusammenhang zwischen den Keimdrüsen und den Körperproportionen besteht. Zunächst ist für Eunuchoide, also für solche Menschen, deren Keimdrüsen unterentwickelt sind und nur geringen inkretorischen Einfluß auf den Körper ausüben, Hochwuchs charakteristisch. Vor allem aber weichen die Körperproportionen von solchen normaler Personen ab. Während in der Regel das Verhältnis von Ober- zu Unterlänge 100:100 (bei Frauen 100:96) ist, besteht bei Eunuchen oder Eunuchoiden das Verhältnis von etwa 100:125. Hier scheinen die wachstumfördernden Drüsen (Schilddrüse, Hypophysis, Thymus) besonders stark entwickelt zu sein; sie wirken zugleich hemmend auf die Ausbildung der Keimdrüsen, die ihrerseits nur einen mangelhaften Einfluß auf die Entwicklung der sekundären Geschlechtscharaktere ausüben können. Weil teilt zwei Fälle mit, die die bisherigen Erfahrungen erneut bestätigen. Es handelt sich um einen weiblichen Eunuchen und einen männlichen Eunuchoiden. Weil ging bei seinen Untersuchungen vor allem auf den psychischen Zustand der Personen ein und stellte fest, daß in dem einen Fall jeder Geschlechtstrieb fehlte, im anderen Fall nur schwache sexuelle Empfindungen vorübergehend vorhanden waren. Im ersten Fall waren die Längenproportionen 100:121, im zweiten Fall 100:112. Diese neuen Feststellungen bestärken Weil in der Ansicht, daß aus den Körperproportionen auf die Stärke und Richtung des Geschlechtstriebes zu schließen sei und daß ein Längenverhältnis über 100:105 hinaus stets mit einem von der Norm abweichenden Geschlechtstrieb verbunden sei. Die Hirschfeldsche Anschauung vom psycho-inkretorischen Parallelismus findet also hier eine erneute Bestätigung. Abgesehen vom Geschlechtstrieb, handelte es sich in den beiden vorliegenden Fällen um vollkommen normale Charaktere.

Über den Zusammenhang zwischen psychischen Erkrankungen und Inkretion teilen A. Fauser und E. Heddaeus Befunde in der Klinischen Wochenschrift mit (Nr. 8, 1. Jahrg., 1922). Sie untersuchten bei 25 Geisteskranken die endokrinen Drüsen histologisch. Dabei stellten sie häufig strumöse Entartung der Schilddrüse fest, ferner Altersveränderungen an der Nebenniere und schließlich Basophilie des Vorderlappens der Hypophysis. Dagegen waren Keimdrüsen, Thymus und Epiphysis stets unverändert. Die Verf. vermuten, daß neben den (verhältnismäßig wenigen) histologischen Veränderungen „chemisch-physikalische Zustandsänderungen" in Betracht kommen. Es würden sich aus diesen ursprünglichen Veränderungen die beobachteten histologischen Abweichungen erst später entwickeln. Vorerst sind aber umfassendere Untersuchungen abzuwarten. Gust. Zeuner.

Die Bedeutung der Linaceen für die Systematik.

Hallier gehört zu den besten Kennern des Pflanzensystems; manche seiner Reformideen haben sich schon Anerkennung errungen, viele werden sich noch Bahn brechen. Wie die meisten seiner Arbeiten, so ist auch die kürzlich erschienene über die Linaceen [1]) nicht zu „lesen", sie muß langsam studiert und verarbeitet werden, da sie mit einer Fülle von Einzelangaben geladen ist. Dadurch, daß die madagassische Gattung *Asteropeia* trotz ihrer in jedem Fruchtknotenfach noch zahlreichen Samenanlagen von den *Ternstroemiaceen* zu den *Linaceen*, als nahe Verwandte der *Hugonieen*-Gattungen *Durandea* und *Philbornea*, versetzt wird, fällt ein einschränkendes Unterscheidungsmerkmal der letzten Familie weg: daß die Zahl der Samenanlagen in jedem Fruchtknotenfach höchstens 2 beträgt. Durch diese Veränderung des Familiencharakters wird es möglich und durch andere Merkmale notwendig, noch zahlreiche andere Gattungen und Familien zu den *Linaceen* zu versetzen, darunter die *Ancistrocladus* eng verwandten *Symplocaceen* und die *Brexieen*. Daraus ergibt sich die Anschauung, daß viel mehr Familien als bisher auf ausgestorbene *Linaceen* zurückzuführen sind, z. B. *Violaceen*, *Flacourtiaceen*, *Rhamnaceen*, *Ampelidaceen*, *Columniferen* (+ *Dipterocarpaceen* und *Euphorbiaceen*), *Thymelaeineen* (+ *Gonostylaceen*), *Myrtinen*, *Polygalinen* (+ *Malpighiaceen* und *Chrysobalanaceen*), *Guttalen* (+ *Nepenthalen*, *Ebenaceen*, *Caryocaraceen*, *Cunoniaceen*, *Rhizophoraceen*), *Primulinen*, *Bicornes*, *Santalalen* (+ *Styracaceen*, *Celastralen*, *Umbellifloren*), *Sapotaceen*, *Tubifloren* (+ *Contorten*, *Rubiaceen*, *Personaten*), *Caprialen*, *Loasa-*

[1]) Hans Hallier, Beiträge zur Kenntnis der Linaceen (DC. 1819) Dumort. (Beihefte z. Botan. Centralblatt, Bd. 39, 2. Abt., 1921, 178 S.)

ceen, *Campanulaten*, *Caryophyllinen* usw. Die *Linaceen* sind danach ein „genetisches Explosionszentrum", aus dem sich zahlreiche Familien und Reihen der Dikotylen nach allen Seiten entwickelt haben. Dieses Ergebnis bedeutet eine Fortführung der Ansichten, die Hallier schon in seinem Buch über *Julianía* (1908) geäußert hatte. Ein Eingehen auf weitere Einzelheiten der Arbeit wird durch ihre konzentrierte Tatsachenhäufung unmöglich gemacht. Erwähnt sei nur, daß einer großen Reihe von Gattungen und Familien „incertae sedis" ihr Platz angewiesen, und daß die Verbreitung von Alaun bei den Dikotylen in weitgehendem Umfange festgestellt wird. Sieben neue Gattungen, eine Anzahl neuer Sektionen und Arten werden aufgestellt. — Über einige sprachliche Auseinandersetzungen kann ich kein Urteil fällen. Aber wenn auch diese Ausführungen ebenso wie einige gelegentliche über Nebenwirkungen bei der Befruchtung, die mit dem Hauptthema nur in ganz losem Zusammenhange stehen, den Sachverständigen unannehmbar erschienen, würde man dem großen systematischen Hauptthema nicht gerecht werden, wenn man seine Beurteilung von diesen Dingen beeinflussen lassen wollte.

Eine allgemeinere Bemerkung sei hier noch gestattet. An mehreren, für meinen Geschmack etwas zu persönlich gehaltenen Stellen der Schrift erkennt man den Gegensatz zwischen dem Verf. und Engler samt seiner Schule. Hallier ist gewiß manchmal auch von seinen Gegnern nicht allzu sanft angefaßt worden; aber er ist so verdient um seine Wissenschaft, daß er Empfindlichkeit nicht nötig hat. Für das sachliche Verhalten der Berliner Systematiker-Schule, besonders ihres Hauptes Engler, kann man doch gewisse psychologische Gründe gelten lassen: Englers zahlreiche systematische und pflanzengeographische, von den Botanikern der ganzen Welt benutzte Arbeiten sind auf das von ihm ausgebaute Eichlersche System gegründet, so daß ein vom wissenschaftlichen Standpunkt aus vielleicht etwas starr erscheinendes Festhalten an diesem System vom praktischen Gesichtspunkt gerechtfertigt erscheint. Wenn jetzt in den nächsten Jahren die „Natürlichen Pflanzenfamilien" neu aufgelegt werden, könnte man freilich den Zeitpunkt für gekommen halten, die wissenschaftlichen Motive vor die praktischen zu stellen. Aber ich halte es doch für fraglich, ob selbst Hallier es unternehmen könnte, für ein solches Handbuch der Systematik ein neues, bis ins einzelne ausgeführtes Schema zu entwerfen, das die Zustimmung der Mehrzahl der Systematiker fände. Dazu sind die meisten Fragen noch zu sehr im Fluß. Auch scheinen sich die Grenzen der großen Gruppen der Angiospermen durch Halliers Untersuchungen so zu verwischen, daß das Halliersche System einem praktischen Handbuch der Angiospermensystematik nur schwer zugrunde gelegt werden kann. Was man verlangen könnte und müßte, wäre, daß in den Abschnitten über die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Familien und unsicheren Gattungen die vom Eichler-Englerschen System abweichenden Anschauungen mit den für sie vorgebrachten Gründen ausführlich dargestellt würden. Damit wäre beiden Standpunkten so Genüge geschehen, wie es bei der heute noch herrschenden Meinungsverschiedenheit in außerordentlich zahlreichen systematischen Fragen möglich ist. Auch wäre es sehr erwünscht, daß in den allgemeinen Beschreibungen der Familien die Knospenlage der Blätter, der Bau der Pollenkörner und Samenschalen und, einer von Warming 1913 gegebenen Anregung gemäß, Stellung und Bau der Samenanlagen noch mehr als in der 1. Auflage berücksichtigt würden; ebenso die in den Pflanzen enthaltenen, systematisch oft wohl nicht bedeutungslosen, chemischen Stoffe. Hubert Winkler.

Bücherbesprechungen.

Abel, O., Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 643 S. 1507 Abb. 1 farb. Titelbild. Jena 1922, G. Fischer. Geh. 120 M., geb. 150 M.

Dem z. Z. wohl fruchtbarsten paläontologischen Autor verdanken wir abermals ein umfangreiches Werk von eigenartigem Gepräge. Den toten und oft für einen ungeübten Blick kaum als solche erkennbaren Zeugen vorweltlicher Organismen den Odem des Lebens einzuhauchen, statt sie in den Schubfächern eines klassifizierenden Schemas vollends erstarren und verstauben zu lassen, ist dem Schöpfer des Paläobiologischen Lehrapparats in Wien eine ausgesprochene Lebensaufgabe. Alle Deutung geht über die Grenzen des bloßen Beobachtens hinaus und so ist wohlverstandene Naturwissenschaft ohne Mitarbeit schöpferischer Phantasie nicht möglich, berührt sich also bei anderer Erfahrungsgrundlage und abweichender Schwergewichtslage mit dichterischem Schaffen. Darum wird die Grenze wahrer Wissenschaft oft so unversehens überschritten.

Warum den Verf. seine Neigungen in solche Grenzregionen der Paläontologie geführt haben, geht aus der neuen Schöpfung noch klarer hervor: Hier kommt neben dem verdienten vielseitigen Forscher der Künstler zu Worte. Die Grenze aber bleibt unverwischt. Schon in den früheren Werken fiel die große Fülle selbstgefertigter Zeichnungen von Knochenfunden und Skelettrekonstruktionen auf. Auch diesmal ist die Mehrzahl der reichlichst beigegebenen Illustrationen

eigenhändige Beigabe, z. T. aus älteren Arbeiten wiedergegeben. Dabei ist nun aber erstmals nicht nur zeichnerische Technik, sondern auch künstlerische Gestaltungskraft in den Dienst der Wissenschaft gestellt. Aquarelle bzw. Schwarzdruckwiedergaben solcher gereichen dem Buch zur Zierde. (Besonders hervorheben möchte ich Komposition und Ausführung der Bilder eines miozänen Sumpfwaldes in Österreich und eines Steppenbrandes im pliozänen Attika.)

Solche Veranschaulichungen unterstützen textliche z. T. poetisierende Darstellungen vorzeitlicher Landschaften und ihrer Bewohnerschaft, mit denen mehrere Kapitel abschließen. Wendet sich derartige Verlebendigung erstorbener Zeiten aber an die Empfänglichkeit weiterer Kreise, so kann das Buch doch keineswegs populär genannt werden. Denn dem synthetischen Schlußbilde geht stets eingehendste Analyse der geologischen und paläontologischen Befunde voran, die nur dem geübteren Leser zugänglich ist, die aber den eigentlichen Kern und Wert des Buches ausmacht.

Mit glücklichem Griff hat Verf. in der Erdgeschichte rückwärts schreitend eine Zahl besonders günstiger Fossilfundorte oder -gebiete herausgegriffen, deren Durchforschungsstand ihm ein tieferes Eindringen in die Lebensumstände und Lebensäußerungen der betreffenden Periode gestattet. (Niederösterreichische prähistorische Loßstation, attisches Unterpliozän der Pikermifauna, Mittelmiozänmeer des Wiener Beckens, Eocän der nordamerikanischen Bridger-beds, nordamerikanisches jüngeres Kreidemeer, dinosaurierführender Wälderton der belgischen Unterkreide, Dinosaurierfundstätten Nordamerikas und Deutsch-Ostafrikas, Oberjura-Strandablagerungen der Solnhofener lithographischen Plattenkalke, Württembergische Ölschiefer, südafrikanische Wirbeltierfauna der Permzeit.) Aus der fossilen Tierwelt besaßen wir derartige Versuche nur vereinzelt, während die Kohlenablagerungen gelegentlich in ähnlicher Weise durch Wort und Bild schon ausgedeutet worden waren.

Die morphologische und biologische Bewertung der Funde und Fundumstände ist in behaglicher Breite gehalten und wiederholt verständlicherweise vieles aus früheren Darstellungen des Verf. Sie enthält aber doch so viel neue treffliche Beobachtungen und Gedanken, daß keineswegs etwa nur von neuem Gewande die Rede sein kann. Das verarbeitete literarische und Tatsachenmaterial ist bewundernswert. Exkurse in andere ähnliche Fundgebiete oder zu verwandten Tiergruppen, auch aus der Gegenwart finden sich reichlich eingestreut, drohen zuweilen fast den eigentlichen Stoff zu sprengen. Auch in der bildlichen Ausschmückung herrscht ähnliche Weitherzigkeit.

Daß die Deutung ins Dickicht der Probleme mehr als einen gangbar scheinenden Weg schlagen kann, ist nicht verwunderlich. In mancher Einzelheit wird der akademische Leser andere Richtungen vorschlagen und aussichtsreicher finden können. Es sei hier darauf nicht näher eingegangen. Ein Prinzip aber geht einheitlich durch alle Versuche: Die begriffliche Unterscheidung von Lebens-, Sterbe- und Einbettungsraum, deren nur mögliches Zusammenfallen nie von vornherein einfach vorausgesetzt werden darf.

Es besteht kein Zweifel, daß Methode wie Ergebnisse neue fruchtbare Anregungen ausstreuen werden. Edw. Hennig.

Oskar Paret, Urgeschichte Württembergs. 226 S., 49 Abb., 4 Taf., 2 Karten. Stuttgart 1921, Strecker u. Schroeder. Geh. 22 M., geb. 30 M.

Wir sind wieder einmal aus der Außenwelt zurückgeworfen in grausamst beschnittene Heimatgrenzen. Sie sind noch stets der Mutterboden gewesen, der zu neuem Aufstieg Kraft verlieh! Deutscheste Art ist es, in der tiefsten längsten kalten Winternacht das Fest des Lichts und der Behaglichkeit zu feiern. So ist denn auch allenthalben ein eifriges Ringen und Werden zu spüren, das uns vorerst einmal wieder die zweite, die innere Welt erschließt. Im Pendelgang zwischen beiden umfaßt das deutsche Volk vielseitigere Lebenswerte als irgendein anderes. Beide Welten sind uns vertraut und wert.

Die geistige Neueinstellung kommt naturgemäß auch der engsten Nachbarschaft und somit in besonderem Maße der Heimatforschung zugute. Der Südwestwinkel unseres Vaterlandes regt vor allem dazu an. Uralte Kultur führt nicht allein bis ins Altertum zurück und hat fast jedem Flecken irgendein Mal aufgedrückt. Nein der liebevollst durchforschte Boden führt uns von historischen zu archäologischen, von ihnen weiter zu prähistorischen Funden in ganz ungewohnt alte Zeiten. Ohne große Lücken schließt sich hier Geschehen an Geschehen, Volk an Volk noch weit, weit über jene Zeiten hinaus, in denen vor rund 6000 Jahren im alten Ägypten die eigentliche „Geschichte" der Mittelmeervölker beginnt.

Zurzeit des trojanischen Krieges ist hier soeben schon die Jahrtausende alte Pfahlbaukultur beendet, die noch jüngst in oberschwäbischen Torflagern so wunderbare Zeugnisse offenbarte. Aus allen Himmelsrichtungen waren bereits Wanderzüge immer neuer Völkerscharen durch württembergisches Land gekommen, jede mit andersartigen Lebensformen, aus deren vergrabenen Spuren wir eben jetzt jene ferne, aller schriftlichen oder mündlichen Überlieferung bare Zeit wieder auferstehen lassen können. Einen schier undurchdringlichen Vorhang haben entsprechend ausgebaute Methoden der Wissenschaft fortzuziehen vermocht und lebensvollste, mannigfaltigste Bilder spielen sich vor uns ab.

Weiter und weiter sehen wir uns zurückgeführt in ursprünglichstes Leben einfacher Naturvölker. Sechs- bis siebenmal so weit rückwärts, wie die Gegenwart sich vom Beginn unserer Zeitrechnung

vorwärts entfernt hat, stehen wir am Lager der Rentierjäger an der Schussenquelle, nächst benachbart jenen späteren Pfahlbauten. Klima, Pflanzen- und Tierwelt, auch der Mensch selbst in seiner Gestaltung erscheinen uns fremdartig: Zieht sich doch eben erst die mächtige Inlandeisdecke in ihre Ausgangsgebiete zurück. Einige weitere tausend Jahre früher, unmittelbar im Anschluß an die letzte große Vereisung wird uns eine geradezu unbegreifliche Kunstblüte zum wahren Erlebnis, die in unserem Gebiete freilich nur sehr spärliche Spuren hinterlassen hat.

Und immer noch ferner, in die volle Eiszeit hinein führen uns älteste, vereinzelte und doch so ungeheuer eindringlich sprechende Funde zurück zu ungeschlachten Höhlenbewohnern und ihrer Hände Werk. Nehmen wir noch das unterste Neckargebiet (Mauer) hinzu, so fällt in den Rahmen der früheste Fund aller sicher echten Menschen auf der Erde, der vor mehr als einer Eiszeit lebte und schon nicht mehr prähistorisches, sondern bereits paläontologisches Objekt genannt werden muß.

Wen könnte solche Aufhellung urheimatlichen Dunkels unberührt lassen! „Rulaman" und „Kuning Hartfest" waren einst erste prächtige Entwürfe zu dem gigantischen Gemälde, das Jahrzehntausende überspannte. Die Forschung hat seither nicht gerastet und an dem Entwurf begreiflicherweise manches durchgreifend zu ändern gehabt. Jetzt bietet Paret (vom Museum vaterländischer Altertümer in Stuttgart) eine auf der Höhe des Augenblicks stehende Behandlung des schönen Stoffes dar. Sie konnte in der Form kaum glücklicher ausfallen. Aus einem Gusse, lebensvoll, weil liebevoll, gemeinverständlich atmet sie doch in jedem Worte ernsthafteste Wissenschaft selbst wo sie sich einmal zu dichterischer Erzählungsform fortreißen läßt. Mit bemerkenswerter Fertigkeit sind bis auf wenige Lichtbildwiedergaben alle buchschmückenden Beigaben von eigener Hand des Verfassers.

Ur-, Früh- und auch Vorgeschichte erscheinen noch immer als begrifflich gleichbedeutend. Es ist bedauerlich, daß noch keine einheitliche Abgrenzung sich hat durchsetzen können. Das Buch legt den Hauptakzent auf die Frühgeschichte. Schon die jüngere Steinzeit erscheint zwar in all ihrer Mannigfaltigkeit, wird aber doch wesentlich weniger eingehend geschildert. Vollends vermißt man eine Behandlung der älteren so gut wie ganz. Und doch hat gerade Württemberg für ihr Verständnis und ihre Eingliederung in die Stratigraphie des Diluviums allerbedeutsamste Befunde gezeitigt. Weitaus am eingehendsten ist die uns fremdeste, wenn auch höchste der für Deutschland urgeschichtlichen Kulturen, die römische berücksichtigt, freilich durchaus unter heimatlichem Gesichtswinkel, in ihren Beziehungen zur keltisch germanischen Welt und in der gegenseitigen Durchdringung aller dieser Faktoren. Die Darstellung greift weiter bis ins 8. nachchristliche Jahrhundert hinauf, wo füglich von „Urgeschichte" kaum mehr die Rede sein sollte, wenn auch noch immer archäologische Methoden den Hauptanteil an der Aufhellung jener Zeiten zu tragen haben. Es scheint somit der Titel des Werks den darum nicht minder begrüßenswerten Inhalt nicht in seinem Umfange wiederzugeben.

Wenn besonders das mittlere Neckarland als Paradigma der Kulturabwicklungen gewählt ist, andere Landesteile mehr vergleichsweise gestreift werden, so ist darin eine weise Beschränkung zu erblicken. Die Gefahr, im Allzuviel des Stofflichen zu ersticken, ist so aufs glücklichste vermieden. Ein großer Teil der tatsächlichen Angaben ist obendrein in den ausführlichen Anhang verwiesen, wo er übersichtlicher zur Geltung kommt und den textlichen Fluß der Berichterstattung nicht sprengt.

Das Buch gehört zu denen, die sich den Pfad aus eigener Kraft bahnen. Möchte ihm reichste Anregung entströmen und Mitarbeiter im ganzen Volke erwachsen, auch zugunsten der staatlichen Sammlungen (Stuttgart, Tübingen), aus denen dann der Rohstoff so verarbeitet der Allgemeinheit wieder zufließen soll. Edw. Hennig.

Lenard, P., Über Äther und Uräther. 56 S. Leipzig 1921, S. Hirzel. Geh. 9 M.

Die zuerst 1920 in Starks Jahrbuch erschienene Arbeit, die hier wesentlich erweitert in Buchform erschienen ist, bedeutet auf dem Wege zur Klarstellung der physikalischen Grundlagen der sog. „Relativitätstheorie" einen großen Fortschritt. Denn hier stellt sich einer der ersten Vertreter der Physik durchaus auf den Boden der Ätherheorie und verwirft nicht nur die allgemeine, sondern — was praktisch viel wichtiger ist — die ursprüngliche, spezielle Theorie Einsteins. Er zeigt, daß die angeblichen Erfolge Einsteins auf dem Gebiete der Kathodenstrahlenbahnen, der Feinstruktur der Spektrallinien, der Trägheit der Energie, der Lichtablenkung im Schwerefeld und der Merkurperihelbewegung, sämtlich auch aus einer substantiellen Äthertheorie abzuleiten sind. Einsteins Theorie ist eigentlich nur für Mathematiker von Fach eingerichtet und Lenard sagt mit Recht: „es wäre erstaunlich, daß all die anderen Menschen dazu bestimmt sein sollten beiseite zu stehen, wenn es um das Begreifen der Natur sich handelt, wie Mißgeburten, unverschuldet in eine Welt gesetzt, von der sie nicht einmal Raum und Zeit zu verstehen in der Lage seien, so daß sie zuletzt sogar in die Versuchung kommen — der Viele, verleitet durch „gemeinverständliche" Darstellungen, schon nachgegeben zu haben scheinen —, ein Verstehen dort zuzugeben, wo in Wirklichkeit keines vorhanden sein kann." Die Lösungen der angeblichen Schwierigkeiten, die Lenard angibt, sind durchweg sehr geistreich und beachtenswert, wenn sie naturgemäß auch noch längst nicht alle Möglichkeiten er-

schöpfen. Lenards Darstellung scheint mir im Grunde wieder zur alten Ätherwirbeltheorie zurückzuführen, die man bei uns seit Lorentz verlassen hatte. Bei dieser Theorie sollten sich nach Helmholtz die Wirbelfäden „reibungslos" durch ein ruhendes Medium fortbewegen können. Diese reibungslosen Wirbel gaben wohl die Grundlage ab für die Elektronen oder Kraftfeldzentren von Lorentz, die sich ebenso wie die Atome durch einen absolut ruhenden Äther bewegen sollten. Durch diese im Grunde ganz überflüssige Einführung des „Absoluten" in die Ätherphysik ist bekanntlich das Unheil der „Relativitätstheorie" heraufbeschworen worden. Lenard unterscheidet nun einen von den Kraftfeldern mitgeführten Äther und einen in Ruhe verbleibenden „Uräther". Damit nähert er sich aber den natürlichen substantiellen Vorgängen, denn in jeder natürlichen Flüssigkeit führen die Wirbel Teile (Kraftfelder) mit — durch eine Art von Reibung — während der größte Teil der Flüssigkeit in Ruhe bleibt. Man kann diese Erscheinung an den Wirbelstürmen, besonders an den Windhosen, beobachten. Wenn Lenard hervorhebt, daß der Äther sich in Wirklichkeit etwas anders verhält, als er es nach den hydrodynamischen Theorien von Bjerknes oder Helmholtz tun müßte, so bedeutet das — da diese Theorien sich ja auf „reibungslose", also eigentlich unphysikalische Flüssigkeiten bezogen — nichts weiter, als daß der Äther eben eine wirkliche und keine mathematische Substanz ist. So bedeutet der Lenardsche Gedankengang die Rückkehr zu natürlichen Vorstellungen in der Physik und es wäre zu wünschen, daß ihm bald möglichst viel andere Forscher auf diesem Wege folgten, damit die deutsche Wissenschaft endlich von der die wirkliche Erkenntnis hemmenden „Massensuggestion" von der Undurchführbarkeit der hydrodynamischen Äthertheorie befreit wird.

Fricke.

Kerners Pflanzenleben. 3. Aufl. neubearbeitet von A. Hansen. III. Band. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut.

Mit diesem dritten Bande hat der leider inzwischen verstorbene Gelehrte die schwierige Aufgabe, das berühmte Kernersche Buch neu herauszugeben, zu Ende geführt. Der Band ist abgesehen von den beiden schon im alten Kerner vorhandenen, aber umgearbeiteten Abschnitten über Bastarde und Verbreitungsmittel der Pflanzen gänzlich das Werk Adolf Hansens. Nach einem einleitenden Abschnitt über die Entstehung der Arten, der infolge der glänzenden Entwicklung der Vererbungslehre besonders umfängliche Neubearbeitung erforderte, und nach einem kurzen Überblick über die Pflanzenpaläontologie ist der Hauptteil des Bandes der Schilderung des gegenwärtigen Zustandes der Pflanzenverteilung auf unserer Erde gewidmet. Der dritte Band ist also im wesentlichen eine moderne Pflanzengeographie. Hansen behandelt zunächst die Faktoren, die die Gestaltung der Floren beeinflussen, also Boden und Klima, alsdann die Wanderungswege und die Verbreitungsmittel der Pflanzen, worauf die grundlegenden Begriffe der Pflanzengeographie, im wesentlichen die Formationenlehre, erörtert werden. Nach dieser theoretischen Grundlegung erfolgt nunmehr die Schilderung der einzelnen Floren der Erde, wobei sich der Verf. unter Preisgabe strengster pflanzengeographischer Übung eng an die geographische Gliederung der Erde anschließt. So wird der Leser in den Stand gesetzt, den Pflanzenwuchs der Hauptländer in abgeschlossenen Schilderungen kennen zu lernen, was zweifellos für eine volkstümliche Darstellung von Vorteil ist. Diese Schilderungen sind mit der ganzen, Anteil weckenden Kunst geschrieben, die alles auszeichnet, was Adolf Hansens Feder entstammt, und die ihn vor anderen befähigte, diesen großen Abschnitt in das durch ähnliche Vorzüge ausgezeichnete Kernersche Buch einzugliedern. Der Verlag hat kein Opfer gescheut, um auch diesen Band mit zahlreichen, zum Teil farbigen Bildern auszustatten. Es gab bisher kein Buch, das das so besonders reizvolle Gebiet der Pflanzengeographie einem großen Leserkreise zugänglich machte, wenigstens keins von ähnlichem Ausmaß. Hier haben wir es.

Miehe.

Braun, Prof. Dr. M. und **Seifert**, Prof. Dr. O., Die tierischen Parasiten des Menschen. II. Teil: Klinik und Therapie der tierischen Parasiten des Menschen. Mit 19 Textabbildungen. Leipzig 1920, C. Kabitsch, Preis 86,40 M.

Dem ersten Teile dieses ausgezeichneten Handbuches, der die tierischen Parasiten des Menschen vom zoologischen Standpunkte aus darstellte, läßt nunmehr Seifert den zweiten weniger umfangreichen folgen, der den klinisch-therapeutischen Teil umfaßt. Nach der systematischen Zugehörigkeit der Erreger angeordnet, werden hier die einzelnen Krankheiten nach ihrer Ätiologie, dem pathologisch-anatomischen Befund, dem klinischen Verlauf sowie nach ihrer Behandlung geschildert. Man findet z. B. ein ausgedehntes Kapitel über Amöbendysenterie, ferner solche über Schlafkrankheit, Malaria, die Bandwurm- und Echinokokkuserkrankungen, die Läuse-, Wanzen-, und Fliegenplagen usw. Das Buch ist ein wichtiges Hilfsmittel für Ärzte und Studierende der Medizin und wird hoffentlich dazu beitragen, das Interesse an diesem, leider oft etwas vernachlässigten Zweige der Heilkunde zu beleben.

Miehe.

Böhm, Dr. Jos., Seelisches Erfühlen. (Telepathie und räumliches Hellsehen.) Band 37/38 der Sammlung „Die okkulte Welt". Pfullingen i. W. 1921, Johannes Baum.

Es handelt sich in dieser gegen 100 Seiten

zählenden Schrift des Vorsitzenden der Nürnberger Okkultistischen Gesellschaft um den auch von ärztlicher Seite mehrfach mit Erfolg (wie abgedruckte Gutachten erhärten) geprüften Fall der damaligen Krankenschwester Frl. Helene S. (seither verheiratet). Für jemand, der die beschriebenen Erscheinungen selbst kennt, dürfte die telepathische, vielleicht auch selbständig hellseherische Befähigung der Dame außer Zweifel stehen. Wer nicht in dieser Lage ist, wird über eine gewisse Unsicherheit kaum hinauskommen, da wenigstens für kritische Leser die Berücksichtigung der Fehlerquellen, überhaupt die Mitteilungen über die Versuchsanordnungen, gerade an entscheidenden Punkten doch gar zu lückenhaft sind. So machen die abgedruckten Versuche im Grunde mehr den Eindruck von Vorversuchen, aus denen im ganzen wohl die Gabe eines besonderen Einfühlens, wahrscheinlich in der Hauptsache auf Telepathie beruhend, hervorzugehen scheint; aber leider kaum mehr, obschon zweifelsohne weiter zu kommen gewesen wäre. Da die Fähigkeiten der Dame fortzudauern scheinen, wäre sehr erwünscht, wenn Böhm, vielleicht im Verein mit anderen, einmal eine systematische Versuchsreihe aufbauen könnte, bei der sowohl die bekannten Fehlerquellen ausdrücklich erörtert und ausgeschaltet würden, als auch die Fähigkeit des „Seelischen Erfühlens" selbst einmal näher analysiert wird (vor allem, ob neben Telepathie selbständiges zeitliches oder räumliches Hellsehen vorliegt). Der Fall scheint entschieden interessant genug, um eine solche systematische Untersuchung zu rechtfertigen.

v. Wasielewski.

Seeling, Otto, Hypnose, Suggestion und Erziehung. Eine Handreichung für jeden Gebildeten. Leipzig 1922, Dr. M. Gehlen.

Der Zweck des Büchleins, das sich zunächst an Eltern und Erzieher, Juristen und Polizeibeamte wendet, ist ein praktischer, und von diesem Gesichtspunkte aus muß es beurteilt werden. Zweifelsohne werden die Genannten besonders aus den Kapiteln 3—6 und 8—11 manches Belehrende entnehmen können, zumal der Verf. ausgiebig die verschiedenen Autoren zu Wort kommen läßt. Der Versuch im Kapitel 2, auf 16 Seiten das Thema „Gehirn und Seele" abzuhandeln, noch dazu unter Berücksichtigung neuester Arbeiten, wäre vielleicht besser unterblieben. — Seeling rechnet den Hypnotismus ohne weiteres zum Okkultismus, was nicht unwidersprochen bleiben wird. Zum mindesten muß man sagen, daß okkulte Erscheinungen, wie z. B. Telepathie, ohne jeden Hypnotismus möglich sind, auch ohne alle Suggestion, und daß andererseits ein Hypnotisierter keineswegs durch die Hypnose, soweit die Erfahrung reicht, okkulte Fähigkeiten erhält. Die sicher vorhandene Beziehung ist derzeit noch durchaus ungeklärt und systematische Untersuchungen wären sehr erwünscht. Somit sind Seelings Betrachtungen über die gegenwärtige „okkulte Welle" eigentlich nicht oder doch nur mit Vorbehalt auf den Gegenstand seiner Schrift zu beziehen.

v. Wasielewski.

Gruner, Prof. Dr. P., Elemente der Relativitätstheorie. Kinematik und Dynamik des eindimensionalen Raumes. 80 S. u. 1 Tafel. Bern 1922, Paul Haupt. Geh. 28 M.

Das Buch versucht, auf etwas neuen Wegen die Elemente der sog. Relativitätstheorie den Anfängern anschaulich zu machen. Dies ist dadurch ermöglicht, daß die Ausführungen sich im wesentlichen nur auf Probleme des eindimensionalen Raumes beziehen. Ebenso soll die Beschränkung auf die mechanischen Probleme, unter Weglassung der optischen und magnetischen, die Übersicht über die Grundgedanken der Relativitätstheorie erleichtern. Die Anschauungen, die Einstein in seinem Leidener Vortrage über den Äther entwickelt hat — Lorentz soll dem Äther als einzige kinematische Eigenschaft die Unbeweglichkeit gelassen haben und die Relativitätstheorie hat ihm auch diese Eigenschaft genommen — hat der Verf. ernst genommen.

Fricke.

Literatur.

Sammlung Göschen 824: Ziegler, Prof. Dr. H. E., Tierpsychologie. Berlin '21, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 6 M.

Krause, Prof. R., Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. I. Säugetiere. Berlin und Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Brosch. 48 M.

Färber, Dr. E., Die geschichtliche Entwicklung der Chemie. Berlin '21, J. Springer. Brosch. 78 M., geb. 90 M.

Nernst, Prof. Dr. W., Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung. Berlin '21, J. Springer. Brosch. 12 M.

Fischer, E., Aus meinem Leben. Berlin '22, J. Springer. Geb. 75 M.

Twenty-ninth to thirty-third Annual Repord of the Bureau of American Ethnology. To the Secretary of the Smithsonian Institution. 1911—1912. 5 Bände. Washington '19, Government Printing Office.

Schmeil, Prof. Dr. O., Leitfaden der Pflanzenkunde. 100. Aufl. Leipzig '21, Verlag von Quelle & Meyer. Geb. 36 M.

Inhalt: H. Krieg, Probleme der Artveränderung. S. 217. — **Einzelberichte:** Chandra Ghosh, Eine neue Theorie der Elektrolytlösungen. S. 224. F. d'Hérelle, Parasiten in Bakterien? S. 225. Strehl, Zur Relativitätstheorie. S. 226. A. Weil, Zum psycho-inkretorischen Parallelismus. S. 227. Hallier, Die Bedeutung der Linaceen für die Systematik. S. 227. — **Bücherbesprechungen:** O. Abel, Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. S. 228. O. Paret, Urgeschichte Württembergs. S. 229. P. Lenard, Über Äther und Uräther. S. 230. Kerners Pflanzenleben. S. 231. M. Braun und O. Seifert, Die tierischen Parasiten des Menschen. S. 231. Jos. Böhm, Seelisches Erfühlen. S. 231. O. Seeling, Hypnose, Suggestion und Erziehung. S. 232. P. Gruner, Elemente der Relativitätstheorie. S. 232. — **Literatur:** Liste. S. 232.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 23. April 1922. | Nummer 17.

Das Biddersche Organ.

Von **Gustav Zeuner.**

[Nachdruck verboten.] Mit 7 Abbildungen.

Zwischen den Keimdrüsen der Kröte und den fingerförmigen Fettkörpern, die — besonders in der Zeit vor dem Winterschlaf — bei der anatomischen Untersuchung sehr auffallen, liegt — oft kaum bemerkbar — das sog. Biddersche Organ. Seine Farbe ist gelblich, je nach der Jahreszeit heller oder dunkler, und geht oft in eine rötliche Färbung über, wenn das Organ reichlicher von Blutgefäßen versorgt wird. Auf die Größenverhältnisse soll weiter unten eingegangen werden.

Das Biddersche Organ wurde schon 1758 von Rösel von Rosenhof entdeckt. Seitdem ist es immer wieder Gegenstand morphologischer Betrachtung gewesen. Über seine Herkunft und Funktion waren die Ansichten von jeher geteilt. Während Rösel von Rosenhof selbst es für einen Teil des Fettkörpers hielt, rechnete Rathke 1825 das Organ zum Hoden. Jacobsen sprach es zum ersten Male 1828 als rudimentäres Ovarium an und bezeichnete die Kröten als hermaphrodit. Bidder (1846) dagegen hatte eine ähnliche Ansicht wie Rathke. Hoffmann betrachtete 1886 das Biddersche Organ als rudimentäre Zwitterdrüse. Neuerdings kommt man jedoch allgemein auf die Deutung von Jacobsen zurück. Von besonderer Bedeutung für die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Bidderschen Organes sind die Untersuchungen Knappes 1886, die auch für die neuesten Arbeiten grundlegend geworden sind. Ognew (1908) und Aimé und Champy (1909) haben das Biddersche Organ eingehend histologisch studiert. Diese Arbeiten bilden den Übergang zu den neuen, geradezu vorbildlichen Untersuchungen von Harms (1912 bis 1921). Die Frage nach der Funktion des Bidderschen Organs ist durch Harms entschieden einer Lösung näher gebracht worden. Die Zustände, die das Biddersche Organ im Laufe eines Jahres durchmacht, sind von ihm auf das genaueste nachgeprüft worden. Schließlich bringt Harms seine morphologischen und experimentellen Studien in Zusammenhang mit dem Problem des Interstitiums, das wiederum mit der Steinachschen Verjüngungstheorie eng verknüpft ist. Berücksichtigung finden die Untersuchungen von Harms in der bedeutenden Arbeit Stieves über „Entwicklung, Bau und Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen". Bedauerlicherweise verwirft Stieve mit den Schlußfolgerungen der Harmsschen Studien von 1913/14 auch die experimentellen Ergebnisse selbst, ohne über die Verhältnisse im Bidderschen Organ genau orientiert zu sein. Selbstverständlich verliert durch solche Ungenauigkeit die sonst so groß angelegte und umfassend durchgeführte Arbeit Stieves an Wert.

Die Benennung des Organs nach Bidder stammt von Spengel, der übrigens als erster auch bei der weiblichen Kröte das Biddersche Organ feststellte. Doch ist diese Bezeichnung nicht sehr glücklich, da Bidder weder das Organ entdeckt, noch seine Bedeutung richtig erkannt hat, worauf auch Stieve hinweist.

Aus einer Zusammenstellung von Harms (1921) geht hervor, bei welchen Arten das Biddersche Organ vorkommt. Ich lasse die Tabelle folgen:

(Siehe Seite 234.)

Aus dieser Übersicht ist zu erkennen, daß das Biddersche Organ der weiblichen Kröten (außer Bufo vulgaris ♀) nach Ablauf von etwa 2 Jahren schwindet, also nur bei jungen Tieren vorkommt. Das Biddersche Organ tritt nach den Beobachtungen Kings schon bei der Kaulquappe im Alter von 15—18 Tagen zum erstenmal auf. Während das Tier noch geschlechtlich undifferenziert ist, befindet sich das Biddersche Organ schon auf einem vorgeschrittenen Stadium der Entwicklung, was für die Frage nach der Bedeutung des Organs von Wichtigkeit ist. Überhaupt ist die Entwicklung des Bidderschen Organs von Interesse, da sie zunächst auf die Bildung eines Ovars hinsteuert, wobei regelrechte Urkeimzellen entstehen, die aber nicht die Ausbildung zu reifen Eiern erreichen. Diese Entwicklung, die bei männlichen und weiblichen Bufoniden zu beobachten ist, war Gegenstand genauer Untersuchungen von King, der damit das Problem in ein neues Licht gerückt hat.

Ich habe bei Bufo vulgaris ♂ das Biddersche Organ in den verschiedensten Größen beobachtet und sogar in derselben Jahreszeit zwischen verschiedenen Tieren dieser Art ziemliche Größenunterschiede feststellen können. Besonders auffallend ist jedoch der Wechsel der Größe im Laufe eines Jahres bei einem Individuum, wobei das Biddersche Organ einen „Jahreszyklus" durchmacht, der schon von Knappe erkannt worden ist und von Harms in neuester Zeit einer eingehenden Untersuchung unterworfen wurde. Während der Paarungszeit im Frühjahr ist das Biddersche Organ der männlichen Erdkröte am kleinsten. Ende Mai hat es etwa die Hälfte seiner

Vorkommen des Bidderschen Organs.

Die Autornamen hinter dem Artnamen bedeuten den Entdecker des Bidderschen Organs bei der betreffenden Art.

Männchen:	Weibchen:
Bufo calamita, Rösel v. Rosenhof, v. Wittich.	Bufo calamita, Spengel (bei jungen Tieren), Knappe (fehlt bei alten Tieren).
Bufo vulgaris, Rathke, v. Wittich.	Bufo vulgaris, v. Wittich, Spengel, Knappe (ist im Frühling nicht makroskopisch sichtbar).
Bufo variabilis, (= viridis Laur.) v. Wittich.	Bufo variabilis, Spengel (bei jungen Tieren), Knappe (fehlt bei alten Tieren).
Bufo musicus, v. Wittich.	?
Bufo cinereus, Spengel. Variet. v. vulgaris.	Wie bei vulgaris.
Bufo ornatus, Leydig.	?
Bufo maculiventris, Leydig.	?
Bufo intermedia, Spengel.	?
Bufo americanus, Spengel.	?
Bufo agua, v. Wittich.	?
?	Bufo melanostrictus, fehlt nach Spengel.
?	Bufo scaber, desgl.
Bufo lentiginosus, King.	Bufo lentiginosus, King (schwindet am Ende des 2. Jahres).
Docidophryne lazarus, Spengel.	?

maximalen Größe verloren. Darauf beginnt die Wachstumsperiode, bis das Biddersche Organ im Juli die maximale Größe erreicht, die es dann bis in den Winter hinein bewahrt, um dann — vor allem beim Beginn der Laichzeit — immer mehr an Umfang abzunehmen. Harms unterscheidet dementsprechend ein Regenerations-, Ruhe- und Degenerations- (oder Inkretions-) Stadium. Bei der weiblichen Kröte ist im Frühjahr — wie auch aus der Tabelle von Harms hervorgeht — das Biddersche Organ mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Nur mit stark vergrößernder Lupe ist eine leichte Schwellung auf der Leiste zwischen Ovarium und Fettkörper festzustellen. In dieser geringen Größe macht das Biddersche Organ des Weibchens seine Ruheperiode durch, bis Anfang März eine Größenzunahme stattfindet. Im Mai hat das Biddersche Organ dann seine maximale Größe erreicht. Die Degeneration, die nun folgt, geht im August so weit, daß das Organ kaum noch zu erkennen ist. Im September jedoch setzt eine zweite Regeneration des Bidderschen Organs ein, die nur bis in den Oktober andauert. Die abermalige Degeneration zieht sich bis zum Ende des Dezembers hin. Das Biddersche Organ beginnt nun seine Ruheperiode.

Schon der Jahreszyklus des Organs weist darauf hin, daß eine Beziehung auch in funktioneller Hinsicht zu den Keimdrüsen zu bestehen scheint. Diese Beziehung ist nun auch die Grundlage zu den Experimenten von Harms geworden. Zunächst hat Harms nur mit männlichen Erdkröten experimentiert. Seine Versuche haben in neuester Zeit die Bedeutung des Bidderschen in vieler Beziehung klargestellt. In einem Einzelbericht über den Ausgangspunkt der inneren Sekretion der Keimdrüsen ging ich 1920 in der Naturw. Wochenschr. (Nr. 45, N. F. 19. Bd.) schon kurz auf die Ergebnisse der Harmsschen Versuche von 1913, 1914 ein. Damals ließ sich aber das Gesamtergebnis noch längst nicht überblicken, und manche Schlußfolgerungen fallen heute anders aus. Ich erwähne deshalb kurz nochmals die schon geschilderten Versuche. Harms legte vier Versuchsreihen an:

Serie I: Entfernung von Hoden und Bidderschem Organ.
Serie II: Entfernung des Bidderschen Organs allein.
Serie III: Entfernung des Hodens allein.
Serie IV: wie I; gleichzeitig wird das Biddersche Organ wieder transplantiert.

Die Tiere der Serie I waren zunächst einfachen Kastraten sehr ähnlich, zeigten aber nach dem Erwachen aus dem Winterschlaf pathologische Erscheinungen. Sie bewegten sich schwerfällig und reagierten nicht auf Reize. Sie konnten sich nicht häuten und gingen an Atembeschwerden zugrunde. Bei den Tieren der Serie II waren die Brunstmerkmale normal, der Klammerungsreiz hatte jedoch gelitten. Auch diese Tiere gingen an denselben Erscheinungen zugrunde. Die Tiere der Serie III zeigten normalen Brunsttrieb. Pathologische Erscheinungen fehlten. Schon aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß das Biddersche Organ mehr den Brunsttrieb zu beeinflussen scheint, während die Hoden die Ausbildung der äußeren Brunstmerkmale unterstützen.

Interessant sind nun vor allem die Ergebnisse der Versuche an der letzten Serie, von der Harms nur einige Tiere zur Verfügung standen.[1]) Bei drei Tieren stellte er ein Wuchern des Bidderschen Organs fest (indem er das Transplantat von außen befühlte). Bei einem Tier war das Trans-

[1]) Ich war seinerzeit nicht näher auf diese letzte Versuchsserie in meinem Bericht eingegangen. Hier sollen deshalb die Ergebnisse dieser Experimente genau geschildert werden.

plantat nur schwach fühlbar, bei einem anderen war nichts mehr zu bemerken. Diese drei Gruppen wurden mit A, B und C bezeichnet. Das Tier C zeigte die von der Serie II her bekannten krankhaften Erscheinungen der Tiere ohne Biddersches Organ. Das Tier B erkrankte zunächst ähnlich, erholte sich aber bald, nachdem das Biddersche Organ größer geworden war. Die Tiere mit der Bezeichnung A verhielten sich wie die der Serie III (s. o.). Daraus geht also deutlich hervor, daß die pathologischen Zustände, die den Tod herbeiführten, auf das Fehlen des Bidderschen Organs bzw. auf dessen mangelhafte Tätigkeit zurückzuführen sind. Vor allem scheint mir für diese Erscheinungen charakteristisch zu sein, daß die Tiere sich nicht häuten konnten. Verschleimungen, wie sie Harms nebenbei erwähnt, habe ich auch nach Kastration von Rana temporaria öfters beobachtet. Auch diese Tiere gingen an einer Art „Lethargie" ein. Die letzten Versuche an der Serie IV sind noch aus einem anderen Grunde von besonderer Wichtigkeit. Gegen die Tatsache, daß bei den Tieren der Serie III der Brunsttrieb und — wie sich weiter unten zeigen wird — auch die äußeren Geschlechtsmerkmale erhalten geblieben waren, hätte man folgenden Einwand erheben können. Bei der Schonung des Bidderschen Organs konnten kleinste Reste des Hodens zurückbleiben und noch auf die Ausbildung der sekundären Sexualcharaktere einwirken. Die Experimente der Serie IV beseitigen auch diesen Zweifel. Die Kastration war vollständig. Bei der Transplantation wird Harms für die völlige Isolierung des Bidderschen Organs Sorge getragen haben.

Abb. 1. Hand der Kröte 3.
(Photographie aus Harms, Experimentelle Untersuchungen über die innere Sekretion der Keimdrüsen).

Schon 1914 wies Harms darauf hin, daß auch die äußeren Merkmale durch das Biddersche Organ beeinflußt werden können. Er tötete Mitte Juni (ich vermute, daß die Angabe: Mitte Juli in den „Experimentellen Untersuchungen" auf einem Druckfehler beruht) ein normales ♂, ein Tier ohne Hoden und Biddersches Organ und ein ebensolches mit transplantiertem Bidderschen Organ. Am 2. Juni wurde schon ein Tier wie das letztgenannte getötet. Die Tiere wurden mit 1—4 bezeichnet. Harms schnitt ihnen die Hände ab und konservierte diese dann sorgfältig. Von den Händen der Tiere 2—4 liegen gute Photographien vor, die hier wiedergegeben sind.

Abb. 2. Hand der Kröte 4.
(Photographie aus Harms, Experimentelle Untersuchungen über die innere Sekretion der Keimdrüsen).

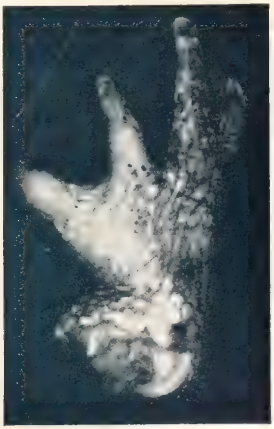


Abb. 3. Hand der Kröte 2.
(Photographie aus Harms, Experimentelle Untersuchungen über die innere Sekretion der Keimdrüsen).

Auf den ersten drei Fingern der Kröte 3 (Abb. 1) sind deutlich Höcker zu erkennen, ebenfalls auf den Fingern des Tieres 4 (Abb. 2), hier jedoch nicht so hervortretend, da das Tier einen

halben Monat früher getötet worden war. Bei Tier 2 (Abb. 3) fehlen auf den Fingern die Höcker überhaupt. Die Höcker auf den Händen der Kröten, die bekanntlich als sekundäre Geschlechtsmerkmale anzusehen sind, werden also auch durch das Biddersche Organ in ihrer Ausbildung unterstützt. Daß es sich hier nicht um eine Persistenz der Merkmale trotz Kastration handelt, beweist ja das Fehlen der Höcker auf den Fingern des Tieres 2, dem Hoden und Biddersches Organ entfernt worden waren, dem aber kein Biddersches Organ wieder eingepflanzt wurde. Aus den Schnittserien, die Harms von den genannten Tieren herstellte, gehen dieselben Ergebnisse hervor.

Abb. 4. Schnitt vom Finger der Kröte 1 (aus Harms, Experimentelle Untersuchungen).

Abb. 5. Schnitt vom Finger der Kröte 3 (aus Harms, Experimentelle Untersuchungen).

Abb. 6. Schnitt vom Finger der Kröte 4 (aus Harms, Experimentelle Untersuchungen).

Abb. 7. Schnitt vom Finger der Kröte 2 (aus Harms, Experimentelle Untersuchungen).

Tier 1 (Abb. 4) und Tier 3 (Abb. 5) weisen gleiche Höckerbildung auf. Die Höcker von Tier 4 (Abb. 6) sind wohlausgebildet, haben aber noch keine Spitzen. Bei Tier 2 (Abb. 7) sind keine Höcker zu erkennen. Das Resultat ist das gleiche: Auch ohne Mitwirkung des Hodens übt das Biddersche Organ einen Einfluß auf die Ausbildung der Höcker aus. Harms betont trotzdem, daß dem Bidderschen Organ vor allem ein Einfluß auf den Brunsttrieb zukomme, während die Hoden die Ausbildung der Brunstschwielen (Höcker) begünstigen. Er glaubt, durch die experimentell hervorgerufene Alleinherrschaft des Bidderschen Organs eine Änderung in der Funktion dieses Organs dahin zu erzielen, daß das Biddersche Organ die fehlenden Keimdrüsen ersetzt und nunmehr auch die äußeren Merkmale beeinflußt. Harms drückt das besonders deutlich im folgenden aus (1921): „Normalerweise scheint vom Inkret des Hodens die Entwicklung der Begattungsorgane, der Brunstschwielen, abzuhängen, die sich konform mit dem Interstitium des Hodens und den Keimzellen entwickeln. Dagegen scheinen vom Inkret des Bidderschen Organes die Vorgänge, die sich während der Brunst- und Begattungszeit abspielen, beherrscht zu werden. Beide Organe können kompensatorisch für einander eintreten, wenn auch natürlich eine Befruchtung bei alleiniger Anwesenheit des Bidderschen Organes ausgeschlossen ist."

Wie ich schon 1920 berichtete, sucht Harms von seinen Beobachtungen am Bidderschen Organ aus das Problem der Zwischenzellen zu lösen. Das Biddersche Organ, das nach allen Feststellungen als Organ mit innerer Sekretion bezeichnet werden muß, und das in dieser Hinsicht als Keimdrüse tätig ist, ja sogar die Hoden ersetzen kann, besitzt keine Zwischenzellen. Hier geht also die Inkretion von Keimzellen (Eizellen) aus, die allerdings nicht voll entwickelt sind. Ein Interstitium kommt nicht in Betracht. Harms nahm 1914 an, die Zwischenzellen der höheren Wirbeltiere seien aus Keimzellen entstanden und hätten ihre Funktion geändert. Bei den niederen Tieren (z. B. Regenwürmern) hätten die Keimzellen noch die Aufgabe der Inkretion, während später eine Differenzierung in generative und interstitielle Zellen stattgefunden habe. Nunmehr

kommt Harms auf Grund seiner genauen Beobachtungen am Bidderschen Organ zu einem anderen Schluß. Harms stellte fest, daß sich im Bidderschen Organ das Inkret in den Eiern bildet [1]) und dann von den Granulosazellen aufgenommen wird. Er setzt die Granulosazellen den Zwischenzellen der höheren Tiere gleich und meint nun, daß die Zwischenzellen nur die Aufgabe hätten, das Inkret an das Blut abzugeben, nachdem sie es umgebildet hätten. Gebildet wird nach Harms das innere Sekret in degenerierenden Samenzellelementen. Harms verläßt damit den Boden der Zwischenzellentheorie Steinachs. In seinen neuesten Arbeiten tritt er auch als gut ausgerüsteter Gegner Steinach gegenüber. Die Lösung der Frage, die Harms 1914 gab, über die ich auch 1920 berichtete, wäre auch schlecht in Einklang zu bringen mit der allgemein sich durchsetzenden Anschauung, daß die Zwischenzellen bindegewebiger Natur sind, also nicht gut von Keimzellen abzuleiten sind (worin auch Stieve in jedem Fall Recht zu geben ist).

Das Biddersche Organ bekommt damit eine ganz aktuelle Bedeutung für die neuesten biologischen Forschungen. Die Untersuchungen von Harms sind noch nicht sämtlich zusammenfassend von ihm veröffentlicht worden. Es sind sicherlich auch noch weitere Ergebnisse zu erwarten. Auf seine neuesten interessanten Studien möchte ich noch kurz eingehen.

Verschiedentlich findet man männliche Erdkröten (Bufo vulgaris), die man als Zwitter ansprechen kann. Sie weisen nämlich zwischen Hoden und Bidderschem Organ ein kleines Ovarium auf. Natürlich gibt es mannigfache Übergänge von den beschriebenen Bidderschen Organen bis zu reifen Ovarien, so daß von einer genauen Grenze zwischen normalen Männchen und Zwittern keine Rede sein kann. Äußerlich haben solche Tiere, deren Biddersches Organ zur Bildung vollentwickelter Eier neigt, alle männlichen Merkmale, und sie können nach Harms auch fruchtbare Begattungen ausführen. In der Marburger Gegend fand Harms, daß etwa 10% aller Männchen derartige Zwitter sind. In der Umgebung von Dresden scheint der Prozentsatz nicht so hoch zu sein. Doch vermag ich Bestimmtes darüber jetzt noch nicht auszusagen. Derartige Tiere, deren Biddersches Organ dazu neigte, Eizellen zur Reife zu bringen, benützte nun Harms (seit 1919) zu interessanten Untersuchungen. Er entfernte ihnen die männliche Keimdrüse, den Hoden. Er machte folgende Beobachtungen an 14 Tieren, die ihm noch zur Verfügung stehen. Daumenschwielen und Höcker sind normal ausgebildet. Ebenso ist der Brunsttrieb erhalten. Äußerlich sind die Tiere männlich geblieben. Interessant ist nun ein Blick in einen solchen operierten Zwitter. Das Biddersche Organ zeigt nach der Entfernung der Hoden stärkere Neigung zur Umbildung in ein Ovarium. Es läßt sich eine Wucherung des Ovarialgewebes feststellen. Harms hat bisher noch keins dieser Tiere getötet, um möglichst exakte Beobachtungen machen zu können. Ein im Frühjahr 1921 operiertes Tier starb jedoch im August an einem Magengeschwür. Harms konnte also hier schon interessante Feststellungen machen. Die Ovarien sind stark entwickelt und füllen die kleine männliche Bauchhöhle ganz aus. Die Eier sind fast ausgereift (der Jahreszeit entsprechend), das Biddersche Organ gut entwickelt. Hier ist also ein normales Ovarium aus einer rudimentären Anlage erzeugt. Trotzdem ist das Tier äußerlich vollständig männlich geblieben. Ob hier das Biddersche Organ dem Einfluß des Ovariums entgegenwirkt, ist noch nicht erwiesen. Die Tatsache, daß auch beim Weibchen ein ganz gleichartig gebautes Biddersches Organ vorhanden ist, wie Harms betont, kann meiner Ansicht nach nichts aussagen. Es bleibt also abzuwarten, welche Wirkung ein auf die geschilderte Art gewonnenes Ovarium nach der Entfernung des Bidderschen Organs auf den männlichen Körper ausübt.

Die Bedeutung des Bidderschen Organs tritt immer deutlicher zutage. Als rudimentäres Ovarium ist es einerseits inkretorisch im männlichen Körper für die Ausbildung sekundärer Geschlechtsmerkmale von Nutzen, andererseits scheint es auch fähig zu sein, seine ehemaligen Eigenschaften bei der Bildung von Eizellen verwerten zu können. Als solches ist das Biddersche Organ für die experimentelle Forschung auf dem Gebiete der inneren Sekretion eins der geeignetsten Objekte geworden. Was wir auf dem Wege bis zu diesem neuen Erfolge biologischer Arbeit vor allem Harms verdanken, das zu zeigen, war mein Bestreben bei Abfassung dieser Zeilen.

[1]) Stieve nimmt an, daß es sich nicht um ein Sekret, sondern um Fettgranula handelt, die zur Bildung des Dotters verwendet werden. Da es aber im Bidderschen Organ keine Dotterbildung gibt, ist diese Annahme wenig beweiskräftig.

Literatur.[1])

Harms, Experimentelle Untersuchungen über die innere Sekretion der Keimdrüsen und deren Beziehung zum Gesamtorganismus. Gustav Fischer, 1914.

— —, Über die innere Sekretion des Hodens und Bidderschen Organs von Bufo vulgaris Laur. Sonderabdruck aus den Sitzungsberichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg 1914, Nr. 5.

— —, Ergänzende Mitteilung über die Bedeutung des Bidderschen Organs. Sonderabdruck aus dem Zoologischen Anzeiger, Bd. XLV, Nr. 13, 1915.

Steinach, Verjüngung durch experimentelle Neubelebung der alternden Pubertätsdrüse. Julius Springer, 1920.

[1]) Umfangreichere Literaturangaben finden sich zusammengestellt in der Mitteilung über „die Morphologie des Bidderschen Organs“ von Harms (Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte). — Die Sonderabzüge verdanke ich dem Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. Harms, dem ich an dieser Stelle für die Übersendung der Arbeiten bestens danken möchte.

Stieve, Entwicklung, Bau und Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen. Eine Kritik der Steinachschen „Pubertätsdrüsenlehre". J. F. Bergmann, 1921.

Harms, Untersuchungen über das Bidderschе Organ der männlichen und weiblichen Kröten. I. Mitteilung: Die Morphologie des Bidderschen Organs. Sonderabdruck aus der Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 62. Bd., Heft 1/2, 1921.

— —, Verwandlung des Bidderschen Organs in ein Ovarium beim Männchen von Bufo vulgaris Laur. Sonderabdruck aus dem Zoologischen Anzeiger, Bd. LIII, Nr. 11/13, 1921.

Bücherbesprechungen.

Hofmann, Albert, Das Rätsel der Handstrahlen. Eine Experimentalstudie. Leipzig 1919, O. Mutze.

Eine hübsche kleine Arbeit, die nachzuweisen versucht, daß die Bewegung leichter drehbarer Gestelle aus Strohhalmen, Karton usw. lediglich — bei Ausschaltung strahlender Wärme u. dgl. — durch die leichten Erschütterungen des Armes und der Hand infolge der rhythmischen Pulsstöße bewirkt werde, die sich der umgebenden Luft mitteilen. Der Autor führt zum Beweis eine große Anzahl geschickt variierter Versuche vor. Man braucht weder diese noch die obige Erklärung in ihrem gegebenen Bereiche zu beanstanden. Da aber von ernstzunehmender Seite noch anderweite Wirkungen menschlicher Strahlungen verfochten werden, z. B. photographische, und auch die mechanischen Effekte oft stärkere sind, als durch Pulsstöße irgendwie erklärbar (z. B. habe ich selbst in für mich zweifelsfreier Weise das Auslöschen einer Flamme durch die entgegengehaltenen Fingerspitzen mehrfach beobachten können), so will es mir fast scheinen, als ob das eigentliche Verdienst der Hofmannschen Arbeit die Aufdeckung einer bisher übersehenen Fehlerquelle sei. Jedenfalls wird jeder weitere Untersucher der menschlichen Strahlungen mit den Pulsstößen und etwaigen mechanischen Wirkungen derselben (übrigens auch bei dem sog. siderischen Pendel) zu rechnen haben. Die Strahlungen selbst aber scheinen doch etwas Anderes und Selbständiges zu sein. v. Wasielewski.

Chowrin, Dr. A. N., Experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiete des räumlichen Hellsehens. Deutsch von Dr. Freiherrn v. Schrenck-Notzing. München 1919, Ernst Reinhardt.

Eine interessante, sorgfältige Studie, deren Original schon vor über 20 Jahren erschienen ist. Mit Rücksicht auf seitherige Untersuchungen über dieselben Probleme könnte die Ausgrabung aus einer russischen Zeitschrift überflüssig erscheinen. Dieser Standpunkt wäre aber nicht richtig, da bis zu einer allgemeinen Anerkennung der Phänomene, die bislang noch keineswegs erfolgt ist, jede, auch frühere, wissenschaftlich ernst zu nehmende Arbeit möglichst allgemein bekannt werden muß. Von der historischen Gerechtigkeit nicht zu reden. — Versuchsperson war eine an hochgradiger Hysterie leidende russische Lehrerin. Sie konnte unter schärfsten Kontrollbedingungen verschlossene Briefe „lesen" und andere dem okkulten Problemkreis zugehörige Aufgaben lösen. Außerdem bestand Dislokation von Sinnesempfindungen und Hyperästhesie besonders des Gesichtssinnes. Leider hat sich der Autor verleiten lassen, das Phänomen des Lesens verschlossener Schriftstücke auf diese letzteren Fähigkeiten zurückzuführen, was schon für seinen Fall, vor allem aber auch für spätere gleichartige, keineswegs zutreffen dürfte. Der Herausgeber v. Schrenck-Notzing hat in einem Abschnitt „Schlußbemerkungen" u. a. auch diesen Umstand hervorgehoben und begründet. — Die Arbeit verdient unbedingte Beachtung seitens aller, die sich für die experimentell wissenschaftliche Behandlung okkulter Probleme interessieren.
v. Wasielewski.

Thirring, Hans, a. o. Prof. der theoret. Physik in Wien, Die Idee der Relativitätstheorie. 169 S. Berlin 1921, J. Springer. Geh. 24 M.

Der Verf. will den Kern der sog. Relativitätstheorie Einsteins herausschälen, soweit dieses bei völliger Vermeidung aller mathematischen Hilfsmittel möglich ist. Das Buch behandelt das Thema vom rein physikalischen Standpunkt aus, eine weitere philosophische Verwertung der Ideen wird nicht versucht. Wenn nun der Verf. sagt: „Trotzdem ist gerade dieses Buch als Grundlage für eine philosophische Diskussion über die Relativitätstheorie gedacht: hier ist im wesentlichen alles gesagt, was der Physiker zu sagen hat" — so muß dem mit aller Schärfe widersprochen werden. Denn das Buch ist eine vollkommen einseitige Darstellung der Einsteinschen, ätherfeindlichen, übertrieben abstrakten Betrachtungsweise, die man eigentlich gar nicht mehr als „Physik" bezeichnen kann. Daß man die in Frage kommenden Versuche — Aberration, Fizeau und Michelson — auch ganz anders wie Einstein im Sinne der Bewegungslehre eines substantiellen Äthers ohne Raum-Zeitverrenkungen deuten kann — was für Philosophen doch immerhin einiges Interesse hätte — verrät der Verf. nicht. Vielleicht ergänzt der Verlag seine vielen Veröffentlichungen auf diesem Gebiete auch einmal durch ein Werk, das einen kritischeren Standpunkt vertritt. Jedenfalls muß der Leser, insbesondere der Philosoph, davor gewarnt werden, seine Kenntnisse über die physikalischen Grund-

lagen des Einsteinismus nur aus so einseitigen Darstellungen zu schöpfen. Fricke.

Mie, Prof. Gustav, Die Einsteinsche Gravitationstheorie. Versuch einer allgemein verständlichen Darstellung der Theorie. 67 S. 5 Fig. Leipzig 1921, S. Hirzel. Geh. 7 M.

Die Schrift von Mie, eine Erweiterung des in der Deutschen Rundschau erschienenen Aufsatzes, bringt über die prinzipielle Bedeutung der Einsteinschen Gravitationstheorie eine von der üblichen etwas abweichende Auffassung. Mie kommt von der Ätherphysik her und hält auch an dieser fest. Er wird wohl ganz richtig von dem Gefühl geleitet, daß die neuen Ideen über das Raum-Zeitkontinuum und die Gleichwertigkeit von Trägheit und Schwere sich am besten an die alte kontinuierliche Äthertheorie anschließen lassen. Seltsamerweise werden nun Äther- und Relativitätstheorie hier ruhig nebeneinandergestellt, ohne daß die Gegensätze zwischen beiden, die doch von den Vertretern des Einsteinismus (z. B. v. Laue) gar nicht geleugnet werden, klar hervorgehoben oder beseitigt worden wären. Das letztere ist m. E. nur möglich, wenn man die Grundlagen der Einsteinschen Theorie vollständig umgestaltet. Der Verf. will es aber offenbar mit keiner Seite verderben, er läßt sie beide gelten, und das macht seine Darstellung trotz der vielen guten und neuen Ideen, die sie enthält, doch noch etwas unbefriedigend. Fricke.

Pauli jun., **W.**, Relativitätstheorie. 236 S. Leipzig 1921, B. G. Teubner. Geh. 40 M., geb. 50 M.

Das Buch ist ein Sonderabdruck aus der Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften. Es werden vor allem die mathematischen Zusammenhänge in voller Allgemeinheit und Abstraktion dargestellt; den mathematischen Hilfsmitteln invariantentheoretischer und polydimensionaler Art ist besonders der II. Abschnitt gewidmet. Die Weylsche Theorie und die Mieschen Gedanken werden im letzten Abschnitt kritisch dargestellt. Der schwache Punkt bleibt auch hier die physikalische Begründung, die doch eigentlich das Wichtigste ist. Ein Satz wie dieser: „Die vielen negativen Versuche, einen Einfluß der Erdbewegung auf die Erscheinungen durch Messungen auf der Erde selbst festzustellen, lassen mit aller Wahrscheinlichkeit, man kann wohl sagen mit Sicherheit, den Schluß zu, daß prinzipiell die Erscheinungen in einem System unabhängig von der Translationsbewegung sind, die es als Ganzes hat" stellt eine Abstraktion dar, die ein anschaulich denkender Physiker unmöglich mitmachen kann. Denn Beobachtungen, die man bei der Bewegung des ganzen Erdkörpers mit allen seinen Kraftfeldern macht, kann man doch nicht nur rein geometrisch deuten und ohne Rücksicht auf die Kraftfelder auf beliebige Translationen, z. B. auf die Fahrt eines Wagens auf der Erdoberfläche, übertragen. Daß hier ein physikalisch unzulässiger Gedankensprung vorliegt, daß nämlich geometrische und dynamische Betrachtungen nicht streng unterschieden werden, scheint dem rein mathematisch orientierten Verf. entgangen zu sein. Die Schlußfolgerung: „Durch das Postulat der Relativität wird der Äther als Substanz aus den physikalischen Theorien entfernt" zeigt sofort die schlimmen Folgen so voreiliger Verallgemeinerungen. Denn die Beseitigung des substantiellen Äthers ist keine Folge irgendeiner „Relativität," sondern lediglich die Folge des Umstandes, daß Einstein bei Formulierung des Postulats den Äther einfach vergessen hat. Die von ihm angestrebte ätherlose Physik ist jedoch physikalisch unhaltbar, was er selbst bereits erkannt zu haben scheint. Die umfassende Kritik, die Einsteins vorschnell aufgestellten Postulate inzwischen erfahren haben, scheint dem Verf., der allerdings hauptsächlich nur die Literatur bis Ende 1920 berücksichtigt, unbekannt geblieben zu sein, oder er hat ihren Sinn nicht verstanden; wenigstens habe ich Hinweise auf die Arbeiten von Lenard und Gehrcke nicht gefunden. Bedauerlich bleibt daher, daß in einem so bedeutenden Werke, wie es die Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften darstellt, ein so überaus einseitiger Standpunkt vertreten wird. Oder will man an anderer Stelle auch die Vertreter eines substantiellen Äthers und des „gesunden Menschenverstandes" zu Worte kommen lassen? Fricke.

Anregungen und Antworten.

Zur Frage: Augenlose Höhlentiere, Mutationstheorie und Lamarckismus. — In Nr. 14, S. 199 f. hat Herr Peter-Zittau meinen im vor. Jahrg. dieser Zeitschrift (S. 648 ff.) erschienenen Bericht über „die Rückbildung der Augen durch Mutation bei Drosophila" einer Kritik unterzogen. Der genannte Bericht stellte eine Besprechung von Untersuchungen Zelenys dar, und im Anschluß an diese Besprechung wies ich darauf hin, daß uns diese Untersuchungen einen Weg weisen, die Entstehung der augenlosen Höhlentiere, dieses viel zitierten Paradebeispiels des Lamarckismus, auch ohne die Annahme lamarckistischer Vorstellungen zu verstehen. Es sollte nichts weiter als ein Hinweis sein. Weder beabsichtigte ich damals, in eine ausführliche Kritik des Lamarckismus einzutreten, noch will ich heute den Versuch machen, unentwegte Lamarckianer zu bekehren. Wenn auch schon, wie sich Johannsen recht drastisch ausdrückt, „Weismann das große Verdienst gebührt, den Augiasstall vermeintlich bestätigender Erfahrungen über Vererbung erworbener Eigenschaften völlig gereinigt zu haben", wenn auch, wie Goldschmidt sagt, die Vererbung erworbener Eigenschaften „eine logische Unmöglichkeit" ist, so spuken doch lamarckistische Auffassungen, um schließlich noch einen dritten unserer bekanntesten Gene-

tiker, Baur, zu zitieren, „auf Grund falsch gedeuteter Beobachtungen unter dem Schlagwort von der Vererbung erworbener Eigenschaften noch immer in vielen Köpfen". Wenn Herr Peter meinen eigenen Standpunkt noch genauer kennen zu lernen wünscht, so sei er auf das Kapitel „Vererbung" in dem demnächst erscheinenden Jahresbericht über die gesamte Physiologie verwiesen, in dem ich die Frage ausführlicher behandelt habe.

Doch ich hätte hier überhaupt nicht mehr das Wort ergriffen, wenn ich nicht ein Mißverständnis beseitigen möchte, das Herrn Peter unterlaufen ist, und an dem ich nicht unschuldig bin. Herr P. meint, ich sei der Ansicht, ein rezessives Merkmal könne schon allein durch die Dominanz des gegensätzlichen Merkmals völlig eliminiert werden. Eine derart unsinnige Behauptung aufzustellen, ist mir selbstverständlich nie eingefallen. Daß gerade das Gegenteil der Fall ist, ist eine Tatsache, die so sehr zum ABC der Vererbungslehre gehört, daß es mir überflüssig erschien, dies noch eigens zu betonen. Das hätte sich auch Herr Peter sagen können; er wäre dann wohl kaum auf diese falsche Deutung meiner Worte — die, wie ausdrücklich zugegeben sei, leider nicht eindeutig waren — gekommen. Was ich sagen wollte, ist folgendes. Wenn bei einer im Licht lebenden Form Mutationen auftreten, die einen mehr oder weniger völligen Verlust des Auges nach sich ziehen, so wird die Form mit Augen die „dominierende" bleiben, auch wenn das Mutationsmerkmal „Augenlosigkeit" dominant ist über das Merkmal „normales Auge"; denn selbst wenn im übrigen die Mutanten an Lebensfähigkeit nicht hinter der Ursprungsrasse zurückstehen, so sind sie doch infolge des mangelnden Sehvermögens im Kampfe ums Dasein um so viel schlechter daran als die sehenden Tiere, daß sie in diesem Kampfe viel leichter erliegen werden. Resultat: die größte Mehrzahl der Tiere hat Augen, die augenlosen Mutanten sind trotz ihrer Dominanz sehr selten. Ganz anders aber wird die Zusammensetzung der Population, wenn die Tiere im Dunkeln leben. Das Auge hat nun keinen Selektionswert mehr, die augenlosen Mutanten werden infolgedessen nicht mehr eliminiert, und infolge ihrer Dominanz über die Ursprungsform werden sie diese mehr und mehr zurückdrängen. Die von Herrn Peter aufgestellte Behauptung, daß die Nachkommen der Stammform und der Mutante während aller Generationen immer in demselben Zahlenverhältnis zueinander bleiben, wäre nur dann richtig, wenn keine neuen gleichsinnigen Mutationen erfolgen würden. Aber das ist eben der Fall. Resultat also: die größte Mehrzahl der Tiere ist augenlos, die Augentiere werden mit der Zeit immer seltener. Und selbst wenn letztere auch nicht völlig eliminiert werden, so dürfen wir doch wohl von einem „Verschwinden der Augen bei den im Dunkeln lebenden Tieren" sprechen.

Nachtsheim.

Literatur.

Schmeil, Prof. Dr. O., Leitfaden der Tierkunde. 102. Aufl. Leipzig '22, Verlag von Quelle & Meyer. Geb. 36 M.

Gramberg, Eugen, Pilze der Heimat. Band I. Blätterpilze. Leipzig '21, Verlag von Quelle & Meyer. Geb. 108 M. Schmeils naturwissenschaftl. Atlanten.

Gramberg, Eugen, Pilze der Heimat. Band II. Löcherpilze. Leipzig '21, Verlag von Quelle & Meyer. Schmeils naturwissenschaftl. Atlanten.

Stempell, Prof. Dr. W., Die Praxis des zoologischen Unterrichts. Heft 5. Mitteilungen der preußischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig '22, Verlag von Quelle & Meyer.

Ludendorff, Prof. Dr. H., Newcomb-Engelmanns Populäre Astronomie. 6. Aufl. Leipzig '21, Verlag von Wilh. Engelmann. Geh. 70 M., geb. 110 M.

Gruner, Dr. P., Elemente der Relativitätstheorie. Kinematik und Dynamik des eindimensionalen Raumes. Bern '22, Paul Haupt, Akadem. Buchh. 28 M.

Lucas, Fr., Christ. Lucas Gartenbuch. 22. Aufl. Stuttgart '21, Verlag von Eugen Ulmer.

Driesch, Hans, Das Ganze und die Summe. Leipzig '21, Verlag von Emmanuel Reinicke. 6 M.

Jäger, Prof. Dr. G., Theoretische Physik IV. Sammlung Göschen. Berlin und Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 9 M.

Grinnell, Joseph, Two now Rodents (Genera Thomomys and Marmota) from the Eastern Border of California. Band 21, Nr. 6. California '21, University of California Press Berkeley.

Atlas Africanus, Lief. 1. München, Verlag C. H. Beck. 48 M.

Engler, A., Das Pflanzenreich, IV. 50 Orchidaceae — Monandrae. 80 (Heft IV. 50). Leipzig '22, Verlag v. Wilh. Engelmann. 288 M.

Dessau, Dr. Bernh., Lehrbuch der Physik. 1. Band: Mechanik, Akustik, Wärmelehre. Leipzig '22, Verlag von Joh. A. Barth. Geb. 190 M., brosch. 160 M.

Klockmann, Dr. F., Lehrbuch der Mineralogie. 7. u. 8. Aufl. Stuttgart '22, Verlag von Ferd. Enke.

Stavenhagen, Dr. A., Kurzes Lehrbuch der Anorganischen Chemie. II. Aufl. Stuttgart '22, Verlag von Ferd. Enke.

Pfeiffer, Prof. Dr. Paul, Organische Molekülverbindungen, und

Schmidt, Prof. Dr. Julius, Chemie in Einzeldarstellungen, XI. Band. Stuttgart '22, Verlag von Ferd. Enke.

Bittler, Dr. Alex., Krankheit und Seelenleben als Folgen gestörter Äquivalenz der Reizbeantwortung. Eine Rechtfertigung symptomatischer Therapie. München, Verlag der ärztl. Rundschau.

van Velzen, Dr. S. K., Thoden, Psychoencephale Studien. 5. Aufl. Joachimsthal '20, Verlag Velzen.

Müller, L. R., Über die Altersschätzung bei Menschen. Berlin '22, Verlag von J. Springer.

Berg, Anton, Ätherströmungs- und Ätherstrahlungshypothese zur Erklärung. 2. Band. München '22, Verlag Natur und Kultur. Brosch. 36 M.

Weitzel, Willy, Die neuentdeckten lebenswichtigen Nährstoffe, Vitamine. München '21, Verlag der ärztl. Rundschau. Brosch. 7,50 M., geb. 12 M.

Abhandlungen und Vorträge aus dem Gebiete der Mathematik. Naturwissenschaft und Technik.

v. Mises, Rich., Naturwissenschaft und Technik der Gegenwart. Heft 8. Leipzig-Berlin '22, Verlag von B. G. Teubner. Geh. 8 M.

Pfaff, Dr. A., Für und gegen das Einsteinsche Prinzip. Diessen vor München '21, Druck der Graph. Kunstanstalt Jos. C. Huber.

Wiegers, Bergrat Dr. Fritz, Geologisches Wanderbuch für die Umgegend von Berlin. Stuttgart '22, Verlag v. Ferd. Enke. Geh. 30 M.

Maag, Ernst und Reihling, Dr. rer. nat. Karl, Vom Relativen zum Absoluten. I. Teil: Das Ätherrätsel und seine Lösung. Stuttgart '21, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchh.

Liesegang, Dr. Raphael Ed., Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens (Biologische Diffusionen). II. Aufl. Dresden und Leipzig '22, Verlag von Th. Steinkopff.

Schworetzky, Gustav, Weltäther und Weltall. Stuttgart '22, Verlag von F. Steinkopf.

Egerer, Dr. Ing. G. W., Kohle und Kohlenersatz. Leipzig-Berlin '21, Kommissionsverlag von B. G. Teubner. Geh. 12 M.

Inhalt: G. Zeuner, Das Biddersche Organ. (7 Abb.) S. 233. — **Bücherbesprechungen**: A. Hofmann, Das Rätsel der Handstrahlen. S. 238. A. N. Chowrin, Experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiete des räumlichen Hellsehens. S. 238. H. Thirring, Die Idee der Relativitätstheorie. S. 238. G. Mie, Die Einsteinsche Gravitationstheorie. S. 238. W. Pauli jun., Relativitätstheorie. S. 239. — **Anregungen und Antworten**: Augenlose Höhlentiere, Mutationstheorie und Lamarckismus. S. 239. — **Literatur**: Liste. S. 240.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 30. April 1922. | Nummer 18.

Vom diluvialen Menschen und seiner Jagd.

[Nachdruck verboten]

Von Prof. Dr. **Krenkel**, Leipzig.

Der Mensch der Eiszeit war nomadisierender Jäger schlechthin. Die Jagd war Grundlage des Daseins des Paläolithikers Mitteleuropas, und auch vom Eolithiker, der als sein Vorfahr zum mindesten im älteren Diluvium lebte, wird dasselbe gelten, wenn wir auch von dessen Lebenshaltung noch kaum etwas wissen. Sie war Mittelpunkt seines Lebens und Grundlage ältester sozialer Gliederung, die Beschäftigung, die jede andere an Notwendigkeit und Wichtigkeit überragte, die Körper und Geist belebte und befruchtete, zur Naturbeobachtung und Erfindung von Waffen und Listen anspornte. In der Jagd wurzelte seine Kunst, wie sie uns in Plastik und Gravierung, in Umrißzeichnung und Wandmalerei mit so packender Naturwahrheit im jüngeren Paläolithikum entgegentritt.

Zu dem großen, für die Befreiung des Menschen vom tierischen Zustande überaus wichtigen Probleme der paläolithischen Jagd wurde schon verschiedentlich und von wechselnden Gesichtspunkten Stellung genommen. Vor allem war es W. Soergel, der von den hier grundlegenden Forschungsgebieten der Geologie und Paläontologie aus[1]) — denn Prähistorie und Anthropologie können allein nicht zu einer einwandfreien Würdigung und Klärung dieses komplexen Fragegebietes führen — zuerst 1912,[2]) nun wieder in seinem Werke „Die Jagd der Vorzeit“[3]) Jäger und Jagdtier des Paläolithikums uns schilderte. Soergels Ergebnisse, die auf kritischer Sichtung und statistischer Zählung des, in einer Reihe von wichtigen — meist deutschen und österreichischen — Fundstellen verschiedener paläolithischer Kulturperioden vorliegenden Beutematerials des diluvialen Jägers beruhen, beanspruchen allgemeinere Beachtung. Doch dürfen sie naturgemäß nicht in ihren speziellen Folgerungen ohne weiteres auf andersartige diluviale Gebiete übertragen werden, wie im einzelnen manche abweichende Stellung zu den erörterten Fragen möglich ist. Frei von jeder Schilderung phantasiegeschmückter Jagdabenteuer wird versucht, uns ein, durch geologische und paläontologische Beobachtungen begründbares, durch Artefaktfunde unterstütztes Bild der Stellung des diluvialen Jägers inmitten der ihm nützlichen wie schädlichen Tierwelt, der ihn umgebenden, im Laufe des Diluviums ja mehrfach nach Klima und Gesteinsbildung, in Tier- und Pflanzenwelt stark wechselnden Landschaft zu entwerfen.[1])

Die Anfänge menschlicher Jagd ruhen wohl in der Zeit vor dem Quartär. Mit dem langsamen Aufstiege des Menschen ist auch sie allmählich geworden. Mehr in absätzigen Stufen als in organischer Weiterbildung gestaltete sie sich in Mitteleuropa um, nach und nach mit dem Einrücken neuer Menschenrassen im verfügbaren Waffenwerk, durch Erlernung rationeller Methoden und mit steigender Körpergewandtheit des Menschen sich vervollkommnend.

Das vor dem Paläolithikum, der Altsteinzeit der Epoche planmäßig vom Menschen bearbeiteter Werkzeuge aus Stein, Holz und Knochen — liegende Eolithikum, dessen Ausscheidung vorläufig nicht zu entbehren ist im Gegensatze zu einem „Archäolithikum“, offenbarte uns mit einer wichtigen Ausnahme noch keinerlei Reste menschlicher Skelette. In ihm finden sich jedoch reichlich die Eolithen. Es sind unregelmäßig umrissene Gesteinsbrocken, meist aus Feuerstein, die Spuren einer äußeren Inanspruchnahme durch Abspringen von unregelmäßigen Splittern an ihren Kanten und Enden zeigen. Mit gutem Willen kann man aus ihnen die Urtypen von mancherlei Werkzeugen der jüngeren Kulturperioden herauslesen. Die ihnen gegebene Deutung als Werkzeuge in Menschenhand ist in verschiedenem Umfange bestritten worden. Sie lassen jedenfalls bisher zusammen mit ihrem Fundmilieu kaum irgendwelche Schlüsse auf die Art und Weise ältester Jagdausübung zu. Doch mag ihre wissenschaftliche Einschätzung hier gestreift werden.

Die Funde von Eolithen reichen bis in das Paleozän hinab. Breuil entdeckte die bisher ältesten unter den mittelpaleozänen Sanden von Bracheux auf der Domäne Belle-Assise (Dép. Oise). Andere sind bekannt aus dem mittleren und oberen Oligozän, dem oberen Miozän („Cantalien“) am Puy Cornu, dem mittleren Pliozän (Kent-Stufe) des Plateaus von Kent und schließlich dem oberen Pliozän von St. Prest und des Forest Bed von Cromer (St. Prest-Stufe). In diesem umfänglichen Zeitraume vom Paleozän bis

[1]) Sehr richtig sagt Wiegers (Diluvialprähistorie als geol. Wissenschaft; Abhandl. Preuß. Geol. Landesanstalt, Heft 84, 1920) „Vor allem aber ist nur die Geologie in der Lage, die Erforschung des diluvialen Menschen auf breitester Grundlage zu ermöglichen“.

[2]) W. Soergel, Das Aussterben diluvialer Säugetiere und die Jagd des diluvialen Menschen. Jena 1912 (Festschrift zur 43. Allg. Vers. d. Deutsch. Anthrop. Gesellschaft, Weimar 1912).

[3]) W. Soergel, Die Jagd der Vorzeit. Jena 1922.

[1]) E. Werth, Das Eiszeitalter. 2. Aufl. Berlin-Leipzig 1917.

zur Schwelle des Quartärs, und bis in das letztere hinein, zeigen sie keinerlei Änderung ihrer Formen, ja sogar, wie Wiegers hervorhebt, oft eher in jüngeren Schichten eine Vergröberung dieser.

Von einer Reihe von Forschern, so Rutot, Verworn, Klaatsch, werden die Eolithen, wenn auch mit gewissen örtlichen und zeitlichen Einschränkungen, als Hinweise auf ein frühes, tertiäres Dasein des Menschen gedeutet. Viele Gegengründe sind gegen diese Annahme angeführt worden. Die sehr erhebliche stratigraphische Spanne ihres Vorkommens, in der man bei kritischer Sichtung „Stufen" nicht ausscheiden kann, die starre Unveränderlichkeit ihrer „Typen" während des ganzen Tertiärs, ihre ungeheuere Anzahl und weite Verbreitung in ganz bestimmten, durch geologische Merkmale gekennzeichneten Gebieten, niemals in Fundschichten, machen jedenfalls starke Vorbehalte in der Annahme des Gebrauches der Eolithen durch den Menschen oder dessen menschenähnliche Vorfahren nötig. Zur Vorsicht zwingt außerdem, daß die Entstehung von Eolithen auf natürlichem Wege, durch geologische Kräfte: durch Druck zwischen anderen Gesteinen, durch Abrollung in Flußschottern und durch die Brandungswoge, nachgewiesen wurde und nirgends mehr bestritten wird. Ja, in vom Menschen durchaus unbeabsichtigter Weise entstehen Eolithen noch heute in den Kreidemühlen Frankreichs und Rügens, in denen die rohen Feuersteinknollen durch Aneinanderstoßen eine randliche Absplitterung erhalten, die sie von älteren Eolithen nicht unterscheiden läßt. Zu beachten ist außerdem sehr wohl, mag das auch bestritten werden, daß im Menschen keinerlei Umbildung eingetreten sein könnte, sollte er die sich unverändert gleichbleibenden Eolithen als Werkzeuge verwendet haben. Dazu wäre ein stagnierender, man könnte fast sagen rückschrittlicher Menschentyp die Voraussetzung, der in scharfem Gegensatze zur raschen Umbildung der übrigen Säugerwelt des Tertiärs und der Gattung Mensch selbst im Quartär stünde.

Wir erkennen die Eolithen des älteren Diluviums und etwa des Pliozäns Mitteleuropas als echt, als „Gebrauchseolithen", als von damals lebenden, weniger entwickelten Vorfahren des Menschen zu irgendeinem Zwecke benutzte Gesteinsstücke an. Denn die bearbeiteten paläolithischen Werkzeuge setzen rohere Vorläufer voraus. Als solche müssen aber handliche, unbearbeitete Brocken gelten, an denen der zufällige Gebrauch Spuren zurückließ — wie etwa der Bauer einen Feldstein aufliest, um mit ihm den lockeren Nagel eines Wagenrades festzuklopfen, wodurch dieser Gebrauchsnarben erhält. Alle älteren Eolithen dagegen weisen wir aus paläontologischen Gründen den „Zufalls- oder Natureolithen" zu. Denn es gab vor dem Pliozän kein Wesen, das Gesteine zu irgendeiner Vorrichtung gebrauchen konnte. Den Gebrauchseolithen als Werkzeugen in Menschenhand stehen die Paläolithen als willensgeformte Dinge, als Artefakte durch Menschenhand gegenüber. Zwischen beiden vermitteln zwar roh geschlagene, jedoch eine bestimmte, häufiger wiederkehrende Form noch kaum verratende Typen („Prächelle-Stufe"). Die Schwierigkeit aber, Zufalls- und Gebrauchseolithen zu unterscheiden, bleibt unvermindert bestehen; kein sicheres Merkmal läßt sie bis heute auseinander halten.

Es ist bekannt, daß die ausgestorbenen Tasmanier und die Australneger primitive Steinwerkzeuge verwendeten, die zum Teil den mitteleuropäischen Eolithen, zum Teil auch Artefakten vom Moustérientyp gleichen. Mit ihrer Hilfe wurden gut brauchbare Holzwaffen hergestellt. Diese rezenten Steinwerkzeuge bestehen meist aus einem weicheren, plattig brechenden Gestein, im Gegensatz zu den ganz andersartigen Silexknollen, und haben, da das Gestein ungünstig zur Bearbeitung ist, vielleicht deshalb ihre rohere Form behalten.

Rutot, der eifrige Verfechter der Gebrauchseolithen, stellte vier Stufen in ihrer quartären, also zeitlich mit dem Auftreten des Menschen zusammenfallenden Folge auf. Wiegers wies jedoch nach, und man wird sich ihm hierin nur anschließen können, daß diese Stufen auf einer sehr zweifelhaften, ja unhaltbaren stratigraphischen Grundlage stehen. Rutot kam niemals zu einer klaren Erkenntnis der diluvialen Schichtenfolge Belgiens; ja er widerspricht sich in seinen Profilen. Das mußte zu schweren Fehlschlüssen in seinen Folgerungen aus dieser für die eolithischen Industrien Belgiens führen. Nur die beiden älteren Stufen Rutots dürften dem Eolithikum entsprechen, die letzten beiden bereits dem Paläolithikum angehören. Von einer Erkenntnis und Gliederung des Eolithikums sind wir jedenfalls noch weit entfernt.

Eins aber scheint sicher für das quartäre Eolithikum: das Vorkommen des Menschen, dessen Reste uns in dem berühmten Unterkiefer von Mauer bei Heidelberg als bisher einzige und älteste erhalten blieben. Und dieser Homo Heidelbergensis war bereits ein Jäger, der dem Elefanten, dem Rhinozeros zu Leibe rückte! — —

Wie gelangen wir nun zu einer sicheren Kenntnis darüber, in welcher Weise und auf welches Wild der diluviale Jäger zur Jagd auszog? Eine Anzahl wertvoller, oft eindeutiger Hilfsmittel zur Beantwortung dieser Fragen stehen uns im Fundmaterial der „Jagdstationen", seiner ausgegrabenen Lagerplätze, zur Verfügung. Die in ihnen überlieferten Reste von Fauna und Flora, die Art ihrer Einbettung, das umschließende Gestein geben zunächst die sichere Möglichkeit, den Landschaftscharakter eines Jagdgebietes zu rekonstruieren, mag es nun Wald oder Lößsteppe oder eine sumpfige Flußaue gewesen sein. Aus den Steingeräten und ihrer Kulturstufe wie aus allgemeinen Erwägungen erschließt sich das Waffen-

werk des Jägers. Größe und Wehrhaftigkeit des Jagdwildes lassen Schlüsse auf die Art der Jagd zu, mag sie nun Angriffs- oder Herden- oder Fanggrubenjagd gewesen sein. Der Vergleich mit lebenden primitiven Völkern erlaubt dabei Analogieschlüsse auf die diluvialen Jagdmethoden. Denn wie der Eingeborene Innerafrikas heute den Elefanten jagt, ebenso mag das auch der Diluvialmensch getan haben, wobei für den letzteren unmögliche Jagdarten, wie solche mit gezähmten Tieren, zum Vergleiche von vornherein ausscheiden. Das in den fossilen Knochenresten am häufigsten vertretene Tier wird die beliebteste Beute gewesen sein. Das starke Überwiegen jugendlicher Tiere über alte wird auf eine Jagdausübung des Menschen hindeuten;[1]) denn in einer Herde, die von fremden Einflüssen unangetastet ist, wird stets ein ganz bestimmtes Mengenverhältnis zwischen alten und jungen Stücken, und zwar zu ungunsten der letzteren, bestehen. Die Skelettreste endlich des Menschen selbst deuten uns an, ob er ein schwerfälliger oder behender, überlegen zu Werke gehender Jäger war.

Wie das Klima Mitteleuropas im Laufe der Diluvialzeit und im Wechsel der Glazial- und Interglazialzeiten sich wandelte, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Mit ihm änderte sich, was nicht minder bekannt ist, Tier- und Pflanzenwelt, wie die Lebensbedingungen des Menschen, ohne daß bisher eine tiefere Beziehung zwischen dem Auftreten der diluvialen Menschenrassen und den Klimaabwandlungen nachweisbar wäre.

Als älteste Jäger des Diluviums kennen wir die Rasse des Homo Heidelbergensis. Erschreckend massig und fast bestialisch liegt sein wohlerhaltener Unterkiefer, den echte Menschenzähne schmücken, aus den Schottern von Mauer an der Elsenz südlich von Heidelberg vor. Die zeitliche Stellung der Fundschicht ist nicht ganz sicher; sie mag aus der Ginz-Mindel-Zwischeneiszeit stammen oder etwas jünger sein. Auf die enge Verwandtschaft des Homo Heidelbergensis Schöt. mit Pithecanthropus erectus Dubois aus den Kendengschichten von Trinil auf Java hat Schlosser hingewiesen.[2]) Vielleicht gehören beide zusammen und stellen eine weit über Asien und Europa verbreitete Menschenrasse dar.

Die Rasse des Neandertalers (Homo primigenius Schwalbe, H. Neandertalensis King, H. mousteriensis Klaatsch), des Trägers der frühpaläolithischen Kulturen, mag aus der des Homo Heidelbergensis sich herleiten; Schötensack ist mit Recht dieser Ansicht.[3]) Die uns aus einer Reihe guter Funde hinlänglich bekannten, weit verbreiteten Neandertaler waren ein starkknochiger, schwerer Menschenschlag mit der geringen Körpergröße von reichlich $1\frac{1}{2}$ m, die wenig über diejenige lebender Zwergstämme Innerafrikas hinausgeht, entsprechend etwa der Größe der kleinwüchsigen Batwa in Ruanda (Deutsch-Ostafrika). Die kurzen, im Knie gebeugten Beine deuten auf schwerfällige Bewegungen und wenig ausdauernde Läufer hin. Sie waren noch keine behenden Jäger, die dem flüchtenden Wilde auf weite Strecken nacheilen konnten; Waldelefant und Mercksches Nashorn dagegen zählen zu ihrer Beute. Doch besaßen sie bereits ein scharfes Sehvermögen, worauf die gute Entfaltung des Hinterhauptteiles des Großhirns deutet. Dieser Vorteil mag ihre Bewegungsbeschränkung ausgeglichen haben. Die Neandertaler lebten wohl von der Mindel- (Mindel-Riß-Interglazialzeit?) bis in den Beginn der Würmeiszeit.

Neben dem Neandertaler soll in der gleichen Zeit eine selbständige „Ehringsdorfer" Rasse gelebt haben. Ihre spezifischen Merkmale wurden begründet auf zwei, 1914 in Ehringsdorf bei Weimar gefundene Unterkiefer, einen alten und einen jungen, die voneinander erheblich abweichen. Nach ihrem zeitlichen Auftreten könnte sie weder Vorfahr noch Nachkomme des Neandertalers sein. Beider Kulturhöhe und Jagdausübung war etwa die gleiche. Das legt den Verdacht sehr nahe, daß es sich in den Ehringsdorfer Kiefern und ihren besonderen Merkmalen um individuelle Variationen der Neandertalrasse handelt.[1])

In der Würmeiszeit taucht die ebenfalls noch kleinwüchsige, aber im Gliederbau schlanke Aurignac-Rasse auf (Homo Aurignacensis-Hauseri Klaatsch),[2]) die „Lößjäger". Sie mag aus dem Osten eingewandert sein, wo ihre Vorfahren noch nicht entdeckt wurden. Die Aurignac-Leute, die nach Klaatsch „den Eindruck des Schlanken, Eleganten, gerade Aufgerichteten" machen, waren sehr viel behendere, in ihrem Muskelwerk gut durchgearbeitete Jäger, die nun auch dem flüchtigsten Wilde, so dem Wildpferde, nachzustellen vermochten. Sie mögen auch gewandte Kletterer gewesen sein, die von Baumposten aus nach ihrer Beute ausspähten. Nach einer Gravierung auf einem Mammutknochen war Homo aurignacensis, ebenso wie das für den Neandertaler anzunehmen ist, noch stark behaart.

Die gleichzeitig in Südeuropa lebende „Gri-

[1]) Auf diese wichtige Tatsache hat Alessandro Portis schon 1878 hingewiesen.

[2]) Zittel, Grundzüge der Paläontologie, II, S. 561; auch Duckworth, Prehistoric man, Cambridge 1912.

[3]) Schötensack, Der Unterkiefer des Homo Heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg; Leipzig 1908.

[1]) Heilbronn, Der Mensch der Urzeit. Aus Natur und Geisteswelt, 3. Aufl., 1918.

Soergel, Lösse, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. Jena 1919.

Schwalbe, Über einen bei Ehringsdorf .... gemachten Fund des Urmenschen. Korr.-Blatt d. Allg. ärztl. Ver. von Thüringen 1914.

Schwalbe, Über einen bei Ehringsdorf ... gefundenen Unterkiefer des Homo primigenius. Anat. Anzeiger 1914.

H. Virchow, Der Unterkiefer von Ehringsdorf. Zeitschrift f. Ethn. 1914, S. 869 und 1915, S. 444.

[2]) Klaatsch und Hauser, Homo Aurignacensis-Hauseri, ein pal. Skelettfund aus dem unteren Aurignacien der Station Combe-Capelle bei Montferrand (Périgord). Prähist. Zeitschr. I. 1910.

Menschenrassen und Kulturen des Diluviums in Deutschland.

Geologische Perioden		Kulturen Bezeichnungen nach Wiegers in ( )	Menschenrassen mit den Fundstellen in Deutschland	Wichtige „Stationen" in Deutschland, Österreich und Schweiz	Klima und Vegetationscharakter	Tierwelt
Postglazial		Azilien-Tardenoisien (Ofneter Stufe)	Grenelle-Rasse: Kurzschädel, Ofnet.	Istein, Kösten, Gr. Ofnet, Kaufertsberg, Wüste Scheuer.	Unter Klimaschwankungen Übergang zum gemäßigten Klima. Vordringen des Waldes.	Wisent, Ur, Elch, Edelhirsch, Reh. Selten: Ren, Riesenhirsch. Brauner Bär, Wolf; selten Löwe.
Letzter (3.) Vorstoß der III. Eiszeit	jüngeres Paläolithikum	Magdalenien (Thaynger Stufe)	Cro-Magnon-Rasse: hochwüchsig; Langschädel mit hoher Stirn, niedrigem Gesicht u. Kinnvorsprung. Oberkassel bei Bonn.	Sirgenstein, Schussenried, Ofnet, Kastlhänghöhle, Munzingen, Keßlerloch, Schweizerbild, Gudenushöhle, Kostelik.	Kontinentales bis kaltes Klima; in Norddeutschland Steppe, in Süddeutschland Wald.	Wisent, Ren, Wildpferd. Brauner Bär, Wolf, Eisfuchs. Schneehase, Zwergpfeifhase (Lagomys pusillus), Halsbandlemming (Myodes torquatus).
Rückzug					Gemäßigt. Wald vordringend.	Mammut; Wildpferd (Equus Przewalski), Wisent, Ren, Reh, Hase. Brauner Bär, Wolf, Fuchs, Eisfuchs. Vielfraß.
2. Hauptvorstoß der III. Eiszeit		Solutreen (Predmoster Stufe)	Aurignac-Rasse (? Predmost) kleinwüchsig; Langschädel mit Augenbrauenbögen.	Sirgenstein, Ofnet, Cannstatt, Predmost.	Kalt, trocken. Steppen vorherrschend (z. T. auch Tundren).	Mammut, wollhaariges Nashorn; Wildpferde (Equus germanicus, Przewalski), Wisent, Ur, Moschusochse, Elch, Riesenhirsch, Ren. Zwergpfeifhase, rötlicher Ziesel, Lemminge (Myodes torquatus und obensis). Bär, Vielfraß.
Großer Rückzug		Aurignacien (Willendorfer Stufe)		Sirgenstein, Ofnet, Wildscheuer, Willendorf, Hundssteig, Brünn.	Ziemlich gemäßigt. Wald, Steppe.	Mammut, Mercksches und wollhaariges Nashorn; Wildpferd (E. germanicus), Edelhirsch, Rentier. Siebenschläfer: Steppenziltis (Fötorius Eversmani). Höhlen- und Brauner Bär, Wolf.
1. Hauptvorstoß der III. Eiszeit		oberes: (Sirgensteiner Stufe)	Neandertal-Rasse: kleinwüchsig, plump; flacher Langschädel mit dicken Augenbrauenwülsten, schnauzenartigem Mund, ohne Kinnvorsprung.	Sirgenstein, Irpfelhöhle, Schulerloch, Schipkahöhle.	Kalt, trocken. Steppen vorherrschend (z. T. auch Tundren).	Mammut, wollhaariges Nashorn; Wildpferde, Wisent, Moschusochse, Ren, Riesenhirsch. Zwergpfeifhase, rötlicher Ziesel, Lemminge. Höhlenbär. Eisfuchs, Steppenziltis.
2. Zwischen-Eiszeit		Mousterien / unteres: Weimarer Stufe		Weimar, Taubach, Ehringsdorf, Rabutz, Krapina, Wildkirchli.	Gemäßigt, milder als heute. Wald vorherrschend.	Waldelefant, Mercksches Nashorn; Wildpferd (E. Abeli), Wisent, Ur, Elch, Riesenhirsch, Edelhirsch, Reh. Siebenschläfer. Hohlen- und brauner Bär, Löwe, Panther, Luchs, Wildkatze, Wolf.
II. Eiszeit [Riß-Eiszeit]	älteres Paläolithikum	oberes: (Markkleeberger Stufe) Acheuleen unteres: (Hundisburger Stufe)	Neandertal, Ehringsdorf, Krapina, Schipkahöhle.	Lindentaler Hyänenhöhle, Markkleeberg, Kösten.	Kalt, trocken. Steppen vorherrschend (auch Tundren).	Mammut, wollhaariges Nashorn; Wildpferd, Wisent, Moschusochse, Riesenhirsch, Steinbock, Ren. Murmeltier. Höhlenbar.
I. Zwischen-Eiszeit		Chelleen / Prächelleen		Hundisburg.	Gemäßigt, milder als heute. Wald.	Waldelefant, Mercksches Nashorn; Wisent, Riesenhirsch, Edelhirsch. Bär, Löwe.
I. Eiszeit (Mindel-Eiszeit)			Heidelbergensis-Rasse: massiger Unterkiefer mit Menschenzähnen.	— — — — — —	Kalt, trocken. Steppen überwiegend.	Elephas trogontherii, Rhinoceros etruscus, Wildpferde, Wisent, Moschusochse, Edelhirsch, Elch, Ren. Ziesel. Ursus Deningeri.
Präglazial		Eolithikum	Mauer bei Heidelberg.	— — — — — —	Gemäßigt, wärmer als heute. Offener Wald, Grasland.	Wald- und Südelefant, etrurisches und Mercksches Nashorn; Wildpferd, Wisent, Elch, Riesenhirsch, Ursus Deningeri und arvernensis, Löwe, Panther, Hyäne. Großer Biber, Flußpferd.

maldi-Rasse" zeigt negerhafte, vom Aurignac-Menschen durchaus abweichende Züge. Sie mag aus Afrika oder Südasien dorthin eingewandert sein.

In der zweiten Hälfte der Würmeiszeit etwa finden wir dann den hochwüchsigen, nach Verneaus Messungen sogar sehr großen, und starknochigen, geistig hochstehenden Cro-Magnon-Menschen. Sein Gesichtsschädel ist nach Bonnet breit und niedrig, sein Hirnschädel gut gewölbt; der Unterkiefer kräftig und mit sehr steil aufsteigendem Aste, das Kinn dreieckig. Er ist uns vor allem aus französischen Funden bekannt; für Deutschland sind die fast vollständigen, 1914 in Oberkassel bei Bonn entdeckten Skelette höchst bedeutsam. Die Cro-Magnon-Rasse ist vielleicht aus der Aurignac-Rasse entstanden.[1]) Ihre Vertreter sind die Jäger des Wildpferdes und vor allem des Renntieres. Den großen Säugern schenkten sie im Gegensatze zum Neandertaler weniger Beachtung, soweit sie als Jagdtiere überhaupt noch in Betracht kamen: denn Elephas antiquus und Rhinoceros Mercki waren bereits ausgestorben, das Mammut aber lebte noch. Wie Schliz annimmt, zog die in Südwest-Europa beheimatete Cro-Magnon-Rasse mit dem, aus klimatischen Gründen nordwärts weichenden Renntiere nach Norden, wo sie sich zur nordeuropäischen, neolithischen Bevölkerung umwandelte; doch ist das fraglich.[2])

Vom Ausgange des Diluviums (Azyl-Stufe) wäre als letzte eine Rasse zu nennen, die scheinbar noch unvermittelt auftritt und als Grenelle- oder Furfooz-Rasse bezeichnet wurde. Es sind Menschen mit Kurzschädeln, wie sie sich z. T. typisch unter den 33 Crania in der berühmten, von R. R. Schmidt so trefflich ausgegrabenen Schädelbestattungsstätte der Ofnet bei Nördlingen finden; sie sind der Ausgangspunkt der lebenden Europäer.[3]) Es waren die Jäger des Hirsches.

Jeder dieser verschiedenen Rassen, über deren Ahnenreihe zu sprechen ein Kampf mit den verschiedensten Hypothesen wäre, kommt eine ihr eigenartige Kultur zu, die von ihr spezifisch entwickelt wurde und mit ihr zugrunde ging.[4])

Im ganzen aber stand der altpaläolithische Neandertaler als Jäger, wie nach seiner ganzen geistigen Verfassung, noch nicht im entferntesten auf der Stufe primitiver Jagdvölker der Gegenwart; die jungpaläolithischen Rassen dagegen stehen diesen in Jagdmethoden und -Bewaffnung sicher voran. —

Wie stand es nun mit der Bewaffnung aller dieser diluvialen Jäger? Es ist sehr allgemein die Meinung verbreitet, daß der Eiszeitmensch allein mit seinen Steinwerkzeugen zur Jagd auszog. Das ist ein schwerer, aber in gewissem Maße begreiflicher Irrtum, da andere als Steinwaffen fossil nicht erhalten sind und so diese als durchaus vorherrschender Bestandteil der Bewaffnung auftreten. Ein Baumast mag die ursprünglichste und erfolgreichste Waffe gewesen sein, neben dem Stein zum Werfen. Mit dem Eolithen wurde dieser Uranfang eines Jagdspeeres oder einer Jagdkeule roh bearbeitet, vorn vielleicht bald zugespitzt. So mag Homo Heidelbergensis zum Nahrungserwerb ausgezogen sein. Ähnlich verwenden noch heute gewisse Zwergstämme Holzwaffen zur Jagd, die ohne jede Hilfe von Steinwerkzeugen hergestellt sind. Die paläolithischen Steinartefakte aber gaben bereits gute Werkzeuge zum Beschneiden, Beschaben und Zuspitzen eines handlichen Jagdwurfspeeres, dessen Spitze zur Härtung angekohlt wurde. Der zugespitzte und gehärtete Jagdspeer, ein kleiner Wurfpfeil waren die Hauptwaffen des Neandertalers, und zwar gewiß wirkungsvolle. Daß beide mit Steinspitzen bewehrt waren, erscheint nicht sehr wahrscheinlich: die schwere Steinspitze vermindert Kraft und Flugweite des Geschosses außerordentlich. Sie hat wegen ihrer Dicke und unebenen Oberfläche nur ein geringes Durchschlagsvermögen, das bei großen Säugern gar nicht mehr in Frage kommt. Versuche, die Pfeifer[1]) und Profé angestellt haben, belehren von der geringen Wirkung solcher, mit Steinspitzen bewehrter Jagdwaffen, ganz abgesehen von der Frage, ob eine günstige Verbindung zwischen Steinspitze und Schaft bei dem technologischen Stande des Paläolithikers hergestellt werden konnte. Steinspitzen werden von ihm dagegen wohl zu Nahkampfwaffen verwendet worden sein.[2]) Sehr viel besser waren die Jagdwaffen des Jungpaläolithikers bewehrt: Knochen- und Hornspitzen, oft harpunenartig mit Widerhaken versehen, gaben ihnen bessere Verwendungsmöglichkeit und Durchschlagskraft als den reinen Holzwaffen. Wie der Paläolithiker Holzwaffen besessen haben muß, so sind ihm Pfeil und Bogen völlig unbekannt gewesen, ebenso wie sie dem Australier fehlen. Die Felszeichnungen der „Cueva de la Vieja" zu Alpera in Spanien, die Jäger mit dem komplizierten „zusammengesetzten" Bogen darstellen und von Breuil und Obermayer ins Magdalénien, also vor den Schluß des Paläolithikums gesetzt werden, entstammen einer jüngeren Zeit. Neben den Holzwaffen kannte der Paläolithiker wohl auch die Schleuder; Steinkugeln für solche sind ja in ver-

[1]) R. v. Buttel-Reepen, Der Urmensch vor und während der Eiszeit in Europa. Naturw. Wochenschr. 1911, S. 209.
[2]) Schliz, Beiträge zur prähistor. Ethnologie I. Prähist. Zeitschr. 1912, S. 36.
[3]) Schliz, Die diluvialen Menschenreste Deutschlands, in Schmidt, Die diluv. Vorzeit Deutschlands. Stuttgart 1912.
[4]) H. Stremme, in Branca, Der Stand unserer Kenntnis vom fossilen Menschen. Berlin-Leipzig 1919.

[1]) L. Pfeifer, Die steinzeitliche Technik und ihre Beziehungen zur Gegenwart. Jena 1912 (Festschrift zur 43. Allg. Vers. der Deutsch. Anthrop. Ges.).
[2]) Eine Reihe von Bisonten der Höhle von Niaux (Ariege) trägt auf den Flanken eingezeichnet schwarze und rote Spitzen in verschiedener Zahl; einige Male zeigen sich diese auch außerhalb des Tierkörpers, wohl als auf ihn zufliegend gedacht. Es handelt sich hier um Speere mit Spitzen, die vielleicht aus Gestein bestehen; danach wären im Jungpaläolithikum möglicherweise doch Speere mit Steinspitzen verwendet worden.

schiedenen Stationen gefunden worden. Soergel wirft die Frage auf, ob der Paläolithiker über pflanzliche oder tierische Gifte zum Bestreichen seiner Waffen verfügte; „Giftrinnen" an knöchernen Pfeilspitzen könnten auf die Verwendung organischer Gifte hindeuten. Schnell wirkende, für eine rentable Jagd allein in Betracht kommende Gifte sind aber in Mitteleuropa auf einfache Weise nicht herzustellen, so daß vergiftete Jagdwaffen kaum benutzt worden sind.

So war der Paläolithiker mit allerlei Waffen recht gut ausgerüstet. Doch stand er inmitten einer raubtierreichen harten Umwelt, die diesen Vorteil gewiß oft ausgeglichen hat. Dabei fehlten ihm manche wertvollen Hilfen wie der Jagdhund. Nur Ausdauer und Kraft, eingehende Kenntnis der Lebensweise seiner Jagdtiere, List und Verschlagenheit, Anlegen von Feuer halfen ihm, ausreichende fleischliche Nahrung zu erringen; denn die diluviale Pflanzenwelt bot ihm keine ausreichende Nahrung dar.

Doch wird der Eiszeitmensch mit seinen Waffen allein kaum gejagt haben. Er bediente sich schon frühzeitig eines wirksamen Hilfsmittels: der Fanggruben, die er an geeigneten Stellen des Geländes, besonders in leicht zu bearbeitenden Böden, mit den Händen, Steinwerkzeugen und dem Grabstock ausgehöhlt hat. Hauser[1]) berichtet uns über die Anlage solcher Gruben folgendes: Im Mai 1907 entdeckte er nordöstlich von Laugerie basse im Vézèretale eine Reihe merkwürdiger Bodenvertiefungen. Es waren trichterförmige Löcher in den Kreidefelsen geschlagen, von denen 21 freigelegt wurden. Diese Gruben waren nach gewissem Plane — immer zwischen zwei Gruben je in der vorderen und hinteren Reihe wieder eine Vertiefung — in bestimmten Abständen voneinander auf einer Fläche von 50 zu 10 Metern Breite auf einem kleinen Terrassenvorsprung 8 bis 9 Meter über der heutigen Straße angelegt, an deren Fuße eine Solutréansiedlung konstatiert wurde. Die Gruben, an deren Wandungen sich zum Teil Schlagspuren zeigten, waren meist mit eingeschwemmter Erde angefüllt; in einigen fanden sich Werkzeuge vom Solutré-Typus, dagegen in keiner Knochenreste. Die Maße einzelner waren

Grube 2: oberer Durchmesser 2,3 m; unterer Durchmesser 0,6 m; Tiefe 1,6 m;
Grube 21: oberer Durchmesser 1,6 m; unterer Durchmesser 0,6 m; Tiefe 0,85 m.

Nach Hauser handelt es sich in diesen Vertiefungen um einen Komplex von Fanggruben, die künstlich von den Solutré-Leuten in die Kreidefelsen „gehauen" wurden. Letzteres würde eine recht erhebliche Arbeitsleistung voraussetzen. — Fisher entdeckte ferner im Portlandkalk von Dewlish in England einen Graben, der mit losem Sande angefüllt war und Knochen eines Elefas trogontherii enthielt. Daselbst gefundene Eolithen legen den Gedanken nahe (?), daß es sich hier um eine vom Menschen angelegte Fanggrube handelt.

Als erste Anfänge solcher Fanggruben mögen natürliche Bodenvertiefungen gedient haben, die an der Oberfläche mit Ästen, Erde und Laub verblendet und mit Losung bestreut wurden. Später wurden diese vertieft, schließlich künstliche Gruben ausgeworfen und nach bestimmtem Plane auf breiten Flächen angelegt, um möglichst viel Wild bei einer „Treibjagd" zu erbeuten. Vom Wilde selbst beim Wälzen im Sande oder Suhlen im Schlamm geschaffene Wannen, die noch hergerichtet wurden, mögen gern als bequeme Gruben benutzt worden sein. Hatte sich ein Wild in einer solchen Grube durch Sturz gefangen, so wurde es totgeschlagen. Nach gelungenem Fange wurde die Grube von allen Spuren menschlicher Einwirkung und von Knochenresten sorgsam befreit, so daß sie von neuem verwendet werden konnte.

Soergel schrieb früher der Jagd des Paläolithikers mittels Fanggruben ausschlaggebende Bedeutung für das mittlere Großwild und die Dickhäuter zu. Neuerdings hat er diese Ansicht durch höhere Bewertung der Holzwaffen eingeschränkt, für die großen Säuger aber als die einzig mögliche Jagdmethode beibehalten. Bezüglich der letzteren hält im Gegensatze dazu Noack eine Angriffsjagd, ohne Grubenanwendung, für wahrscheinlicher. Profé dagegen weist eine planmäßige Jagd auf Elefant und Nashorn überhaupt zurück, erachtet also Fanggrubenjagd ebenso für ausgeschlossen.[1])

Die Fundumstände und die fossilen Gruben geben Soergel überwiegend Recht. Ein Vergleich z. B. mit den Jagdmethoden mir wohlbekannter afrikanischer Stämme zeigt ebenso, daß die großen Säuger planmäßig in Gruben gefangen werden. Eine Angriffsjagd kommt für diese nur bei einer Bewaffnung in Frage, die der des Paläolithikers erheblich überlegen ist, so bei Vorhandensein von Feuerwaffen und Reittieren oder bei sehr zahlreichen Jägern. —

Die Dickhäuter des Diluviums: Elephas antiquus Falc., der nach einer Zeichnung in der Höhle von Castillo unbehaarte oder wenig behaarte gewaltige Waldelefant, der vor der trockenen Kälte der Eiszeiten in wärmere Gebiete entwich; Elephas primigenius Blum., das Mammut, der mit einem dichten, dunklen (nicht roten!) Pelze[2]) und dicker Fettlage bewehrte Steppenelefant der Eiszeiten, mit seinem langen Haarkleide und geschweiften Stoßzähnen so gern dargestellt; Rhinozeros Mercki Jaeg. und das wollhaarige Nashorn, Rhinozeros

[1]) Hauser, La Micoque, die Kultur einer neuen Diluvialrasse. Leipzig 1916.
, Der Mensch vor 100000 Jahren. Leipzig 1917.

[1]) Noack, Die Jagd im Wandel der Zeiten. Deutsche Jägerzeitung 1913, 1914.
Profé, Vorgeschichtliche Jagd. Manus Bd. 6, S. 107. Mit einer Charakterisierung der von anderen Autoren früher geäußerten Ansichten über Art und Weise der diluvialen Jagd.

[2]) Brandt, Einige Worte über die Haardecke des Mammuth. Bull. Acad. Imp. Sci. Petersburg 1870. Bd. 7.

antiquitatis Blum. (= tichorhinus Cuv.), im Gegensatz zu seinem Gattungsgenossen ein kälteliebendes und dichtbehaartes Steppentier, erfreuten sich sehr verschiedener Beliebtheit seitens des diluvialen Jägers. Das letztgenannte spielte für ihn keine Rolle. Das Merckschе Nashorn, das vor der zweiten Hauptphase der Würmeiszeit ausstarb, fiel ihm dagegen öfter zur Beute. Es ist bei seiner Körperkraft, großen Fluchtfähigkeit und dicken undurchdringlichen Hornhaut wohl nur in Gruben gefangen worden, so wie es auch heute noch auf Java geschieht. Profé bezweifelt, daß Nashörner jemals gejagt wurden. Die Funde von Taubach aber zeigen nach Soergel vor allem durch die Zahl der Überreste — das Rhinozeros lebt nie in größeren Herden, sondern nur in kleinen Beständen oder als Einzelgänger —, das Überwiegen der jungen (71 %!) vor alten Stücken, das dem natürlichen Altersverhältnis in Rhinozerosfamilien widerspricht, eine planmäßige Jagd an. Etwas anders ist dies Verhältnis in der Fauna von Ehringsdorf (46 %), doch immer noch viel höher als in den Faunen von Süßenborn und Mosbach (mit 31—33 %), wo die Tiere auf natürlichem Wege zugrunde gingen. Daß in den Gruben mehr junge als alte Tiere erbeutet wurden, erklärt sich daraus, daß die Kälber der Mutter meist voraustrotten (doch nicht immer, wie ich selbst beobachtete), also zuerst die versteckten Gruben erreichen müssen. Rhinozeros Mercki, das größte echte Nashorn, ist uns in vielen Jagdstationen Europas als Beute hinterlassen.

Wichtiger als die Nashörner waren für die Fleischversorgung des Diluvialjägers die Elefanten. Das Mammut, dessen Jagd uns Noack in bewegten Farben schilderte, lebte in zahlreichen Rudeln gesellig in den jüngeren glazialen Steppen, die wohl erst vom Jungpaläolithiker ausgiebiger besiedelt wurden. Doch hat das wegen seiner Fettpolster so gern gejagte Mammut für denselben nicht mehr die Rolle gespielt, wie Elephas antiquus für den Altpaläolithiker, da der jüngere Altsteinzeitler Pferd und Renntier vor allen anderen Tieren bei weitem bevorzugte. In den afrikanischen Steppengebieten wird der Elefant heute auf drei Arten von Völkern ohne Feuerwaffen gejagt: durch Fanggruben auf dem Wechsel, durch Treibjagd mit Pferd und Lanze und durch Anlegen von Grasbränden und Speeren der zusammengetriebenen Tiere. Die letzte Methode scheidet für den Paläolithiker wohl aus wegen Mangels an Menschen; er lebte nur in Horden von geringer Kopfzahl. Die zweite: Angriffsjagd kommt in der Mehrzahl der Fälle kaum in Betracht wegen der Größe der Tiere, ihrer überaus feinen Witterung und großen Ausdauer im Laufen, die sie auch nach einem Angriff meist aus dem Bereiche des Jägers bringt. Fanggruben werden das wichtigste Jagdmittel gewesen sein, die in günstigem Gelände in größerer Anzahl angelegt wurden. So jagte das Mammut der Moustérienjäger von Taubach, die Jäger des Keßlerloches, der Wildscheuer, der Lindentaler Hyänenhöhle und anderer Stationen.

Ebenso wird es sich mit dem Waldelefanten verhalten. In den tropischen Waldgebieten wird der Elefant gejagt durch Treiben in umzäunte Waldstücke, durch Speeren vom Baumsitz oder mittels Fallmessers und durch Grubenfang. Von allen diesen Arten bleibt für den Paläolithiker nur die letzte als die sicherste und rentabelste übrig. Für Jagd des Menschen, und eben für Fanggrubenjagd, sprechen die klaren Fundverhältnisse von Taubach: es überwiegen die jungen Tiere über die alten, ganz im Gegensatz zur natürlichen Alterstaffelung einer Elefantenherde. Soergel hat über diese Staffelung eingehende Berechnungen angestellt, für die verschiedene Vorsichtsfaktoren eingesetzt wurden. Sie verdienen gegenüber den gleichartigen Berechnungen für Predmost durch Profé den Vorzug. Auch andere Fundumstände in Taubach sprechen für menschliche Jagd: die in Kalktuff gebetteten Überreste sind gemischt mit zerschlagenen Knochen der verschiedensten Tiere und dem, in einem stehenden Gewässer gebildeten Gestein regellos, nicht in größeren Anhäufungen eingestreut; das Gestein selbst bildet bei weitem die Hauptmasse der Fundschicht, in der sich auch Holzkohlenstückchen und Werkzeuge finden. Nicht eine Elefantenherde ist hier durch ein Naturereignis zugrunde gegangen, wie man annahm; es müßte sich dann eine mächtige Knochenlage mit zusammenhängenden Skeletten finden. Der Mensch war es, der dem Waldelefanten nachstellte, seine vom Fleische entblößten Knochen mit denen anderer Beutetiere vermischt von seiner Station fortschleppte und sie in Tümpel in der Nähe versenkte, wo sie langsam im Kalkschlamm eingebettet wurden.

Im jüngeren Diluvium sind bei weitem bevorzugte Jagdtiere Wildpferd und Renntier. Sie sind es deshalb, weil sie neben dem Fell, das man gewiß zu bearbeiten verstand, neben Fleisch und Sehnen nun auch das technisch am besten verwendbare Rohmaterial für Knochenbearbeitung in ihren Knochen und Geweihen darboten. Dieser Wechsel im Jagdwild fällt zusammen mit dem Auftreten neuer Menschenrassen von größerer Gewandtheit und Schnelligkeit. Das Renntier, aufs engste verknüpft mit den kalten Perioden des Diluviums, in denen es sogar Monako und Nordspanien erreichte, war das Jagdtier der Magdalénien-Jäger, der „Renntierzeit". In ihren Stationen überwiegen die Renntierknochen vor allen anderen Tieren. Im Keßlerloch sind sie nach Studer mit 79,4 %, im Schweizerbild mit 75 % an der Beute beteiligt. Man wird das Ren in Einzeljagd am einfachsten, gelegentlich in Fanggruben erlegt haben. Ein großer Prozentsatz junger Stücke spricht nach Soergel wiederum für Herdenjagd, ähnlich wie sie heute auf geeignetem Gelände nordsibirische Jäger betreiben. Vielleicht hielten die Magdalénien-Leute bereits Renntiere in Herden, ohne sie jedoch zu züchten.

Das Wildpferd, ein ausgesprochener Steppenbewohner und vielfach mit dem Renntier vergesellschaftet vorkommend, lebte während des Diluviums in mehreren Rassen, so z. B. Equus germanicus Nehr. und Przewalskii Poljak., in Mitteleuropa.[1]) Es war seiner dickwandigen Knochen wegen das angesehenste Wild der Aurignac- und Solutré-Jäger. In den Aurignac-Stationen ist es die häufigste Jagdbeute, so in der Ofnet mit 60 %; von Frankreich bis nach Mähren reden die Stationen dieser Kulturstufe die gleiche Sprache. Häufig scheint es auch schon in La Micoque gewesen zu sein. Im übrigen spielte es für den Altpaläolithiker keine Rolle; seine Flüchtigkeit war sein bester Schutz vor dem unbehenden Neandertaler. Herdenjagd wird überwogen haben; es ist ja bekannt, in welch besinnungsloser Flucht heute eine erschreckte Herde von Zebras durch die Steppen Ostafrikas dahinrast, wobei sie leicht in bestimmte, für den Fang geeignete Gegenden geleitet werden kann.

Die Wildrinder[2]) Wisent und Ur, vor allem der erstere, sind vom Jungpaläolithiker oft und vortrefflich auf Wandgemälden und in Ritzung dargestellt worden, waren ihm also wohlvertraut wie kein anderes Wild; die Wandmalereien der Grotte Altamira und Font-de-Gaume legen Zeugnis davon ab. In den Jagdresten spielt der Bison trotzdem niemals die überragende Rolle, wie Pferd und Ren; doch ist er in vielen Jagdstationen, besonders Südfrankreichs, zahlreich vertreten. Wurden dem Acheule-Menschen von Le Moustier nach Hauser doch sogar auf seinem Wege ins Jenseits gebratene Bisonkeulen als Wegzehrung mitgegeben, auf dieser ältesten Begräbnis- und Feuerfundstelle, die bis heute bekannt ist! Wie der Büffel Ostafrikas zu den gefürchtetsten und tückischsten, in seiner Kraft und Behendigkeit unberechenbaren Tieren gehört, dem kühne und gut bewaffnete Jäger zahlreich zum Opfer fallen, so mag der gewaltige hochnackige Wisent wohl als Gegner geachtet worden sein, den man nicht gern in offener deckungsloser Steppe anging. Die Bilder der Höhle von Niaux zeigen, daß man ihn trotzdem mit Speeren angriff. — Der Moschusochse, ein Kälteanzeiger ersten Ranges und heute der strengsten Polarkälte angepaßt, der auf der Höhe der Eiszeit bis Südfrankreich vordrang, ist überall ein sehr seltenes Jagdwild geblieben.[3])

Von geringer jagdlicher Bedeutung waren Edel- und Damhirsch und Reh, die schon der Altpaläolithiker ohne Mühe mit seinen Holzwaffen erlegen konnte, aber wohl nicht gern tötete, da besonders die letzten beiden zu wenig mit ihrer geringen Fleischmenge den Kraftaufwand aufwogen. Als zu gefährlich galt wohl der durch mehrere Arten vertretene Riesenhirsch[1]) und der durch seine harten Schalen sehr wehrhafte Elch. Soergel erwähnt bei der Elchjagd eine bemerkenswerte Tatsache: in Ehringsdorf sind fast nur Reste von Elchtieren gefunden worden. Es wurde also in so früher Zeit bereits eine Jagdauslese insofern getrieben, als man nur dem weniger wehrhaften weiblichen Tiere nachstellte. Auch der altdiluviale Homo Heidelbergensis soll schon die gleiche Jagdauslese getrieben haben. Denn in den Sanden von Mauer wurden noch niemals Geweihreste, dagegen zahlreiche Gebisse gefunden. Er trieb also Angriffsjagd, und zu dieser muß er ursprüngliche Holzwaffen verwendet haben.

Von kleineren Säugern, die durch zahlreiches Vorkommen im Beutematerial als methodisch gejagt gelten können, erlegte der Paläolithiker den Biber, der, am Lande unbeholfen, einfach totgeschlagen wurde; solch bequeme Methoden liebte der Neandertaler. Der diebische Eisfuchs wurde in der Nähe der Lagerplätze erschlagen, worauf die Funde in Willendorf und Predmost weisen. Sehr zahlreich sind in einzelnen Stationen die Reste des Schneehasen, so im Keßlerloch mit 500 Stück, wenn auch mancher Raubvögeln zum Opfer gefallen sein mag. Fische liebte der Neandertaler nach Soergels Meinung nicht. Diese befremdliche Tatsache steht im Widerspruche mit den Gewohnheiten lebender Naturvölker, so der Innerafrikas, z. B. des stromreichen Kongobeckens und der ostafrikanischen Seen, — wenn auch nicht aller primitiven Völker schlechthin, so der Tasmanier, in deren mächtigen Abfallhaufen aus Muscheln sich niemals Fischreste finden. Sie steht auch im Gegensatz zu den Gebräuchen der mit Fischfanggerät gut ausgestatteten Jungpaläolithiker, die uns Fische jedoch selten bildlich hinterließen. Die Abneigung gegen Fischkost beim Neandertaler ließe sich vielleicht (?) so erklären, daß er mit seinem schwerfälligen Körperbau ein schlechter Schwimmer war, dessen starke Behaarung seine Wasserscheu wesentlich mit verursachte. Vögel waren dem Paläolithiker vermöge unzureichender Bewaffnung, so wegen Unkenntnis des Bogens, schlecht erreichbar, trotzdem die Vogelwelt reich entwickelt war. In jüngerer Zeit mögen dagegen Alpen- und Moorschneehuhn mit Schlingen gefangen worden sein, ähnlich wie heute von den Nordländern.

Nicht nur große und kleine Säuger, Vögel und Fische suchte der Eiszeitmensch seinem Nahrungs- und Kulturbedürfnis durch planmäßige und gelegentliche Jagd dienstbar zu machen, wie die be-

[1]) W. v. Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde aus deutschem Pleistozän . . . Abhandl. Hess. Geolog. Landesanstalt. Darmstadt 1915.
W. O. Dietrich, Unsere diluvialen Wildpferde. Naturw. Wochenschr. 1916, S. 614.

[2]) Nehring, Die Verschiedenheit von Bison und Ur. „Wild und Hund", 1896.
Werth, Die ältesten Darstellungen des Urrindes. Naturw. Wochenschr. 1916, S. 212.

[3]) R. Kowarzik, Neues vom Schafochsen. Naturw. Wochenschr. 1913, S. 757.

[1]) W. Dietrich, Neue Riesenhirschreste aus dem schwäbischen Diluvium. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 1909, S. 132.

sprochenen Tiere zeigen, die nicht seine einzige Beute waren, — dabei die minder wehrhaften und besonders nützlichen Tiere stets bevorzugend. Er wagte sich auch an Raubtiere. Er erlegte Löwe, Panther und Hyäne, vielleicht nur alte und kranke Stücke, oder in Notwehr. Der gewaltige Höhlenbär ist nach den Funden am Sirgenstein nach R. R. Schmidt[1]) und in der mährischen Schipka-Höhle erlegt worden, wo er vielleicht beim Auswechseln aus der Höhle von oben mit Steinen erschlagen wurde, wie uns das Kuhnert auf einem Gemälde dargestellt hat. Sehr viel häufiger findet sich der kleinere und gutmütigere braune Bär. Er bildet in Taubach 21,2 %, in Ehringsdorf 10 % der Gesamtbeute. In der Höhle Jachymka in Mähren herrschen aufgeschlagene Bärenknochen durchaus vor. Auf seinen Wechseln angebrachte Fanggruben mögen neben plötzlichem Überfalle die erfolgreichsten Jagdergebnisse gezeitigt haben.

Die Stellung des diluvialen Jägers und seines Ahnen innerhalb der ihn umgebenden Tierwelt war sicherlich eine schwierige, die sich erst langsam mit Vervollkommnung der Waffen verbesserte. Niemals aber so bequem, wie dies Klaatsch in Mißachtung der zahlreichen Feinde des Menschen darstellt, wenn er sagt: „Die ersten Mitglieder von Urmenschenherden, die den Gedanken, Säugetiere zu packen oder durch Steinwurf zu töten, zur Tat werden ließen, hatten offenbar ein ganz leichtes Spiel. Das können wir aus der allgemein gültigen Tatsache schließen, daß Tiere nur durch Erfahrung Furcht gewinnen. . . Viele seiner Opfer muß er einfach mit der Hand haben greifen können. Selbst in Gegenden, wo Tiere bereits vor Raubtieren sich zu fürchten gelernt hatten, konnte doch der Mensch sich seiner Beute, die ihm nichts Böses zutraute, ruhig nähern. Es muß eine großartige Zeit für die ersten Horden, die in neue Gegenden eindrangen, gewesen sein, da sie unter der Tiermitwelt aufräumen konnten, soviel es ihnen beliebte.“[2]) Niemals in dieser „großartigen“ Zeit hat der Mensch Löwe und Mammut mit freundlichen Worten überwältigt. Gewiß mögen die ältesten Menschenrassen die Anfangsgründe jagdlicher Arbeit erlernt haben beim Nachstellen nach wenig wehrhaften oder ausdauernden und nach kranken Tieren. (Denn die Jagd auf die großen Dickhäuter kann nicht, wie Soergel wohl annimmt, als Anfang einer solchen gelten; hier werden aus dem bekannten Beutematerial zu weitgehende Schlüsse gezogen.) Doch auch auf ihre Aneignung schon mußten sie eine, sich allmählich mehrende Summe von Beobachtung, List und Kraft verwenden. Von Anbeginn seiner Jagd hat die diluviale Tierwelt den ihr nachstellenden Menschen als Feind erkannt und sich ihm zu entziehen versucht. Denn sie war an Verfolgungen seitens der zahlreichen Raubtiere, die Mitteleuropa im Diluvium bevölkerten, durchaus gewöhnt. Der fleischbegierige Mensch war nur ein Glied mehr in der langen Reihe ihrer Widersacher. Die jagdbaren Tiere auf der einen, Raubtiere und Mensch auf der anderen Seite haben in engsten gegenseitigen Lebensbeziehungen gestanden. Der Mensch trat nicht als neu einwanderndes, unbekanntes Raubtier zwischen jene: er wurde zum gewandten Räuber erst nach und nach in ihrer Mitte. Wuchs aber das Raubtiertalent im Menschen, so mehrte sich in gleichem Schritte, wie Soergel sehr richtig betont, auch der auf seine Vermeidung und Abwehr sich einstellende Erfahrungsschatz der Tiere.

Das Jägerleben des nomadisierenden Diluvialmenschen war ein steter Kampf für die Erhaltung des eigenen Lebens — erst gegen Ende des Paläolithikums mag die Genugtuung an erfolgreicher Jagd auch eine Art Vorläufer sportlicher, nicht durchaus lebensnotwendiger Jagdausübung gezeitigt haben — und gegen seine Feinde. Diese waren weit verbreitet und zahlreich; es sind neben dem Menschen selbst, der dem Kannibalismus nicht abhold war, der Höhlenlöwe, der Panther, der Höhlenbär und braune Bär, der Wolf. An kleineren Raubtieren, die den Menschen kaum angreifen, ihn aber durch Wegschleppen seiner Beute schädigen können, war vertreten der Luchs (Felis lynx und Felis lynx var. cervaria), Wildkatzen (Felis catus und manul), der Fuchs (Canis vulpes und lagopus), die Höhlen- und Streifenhyäne (Hyaena spelaea und striata). Der dichtbehaarte Höhlenlöwe, der Höhlenbär waren gewaltige Räuber, größer als ihre heute lebenden Verwandten. Der Höhlenbär, der in aufrechter Haltung eine Höhe von $2^1/_2$ m erreicht, ist der größte bekannte Bär. Trefflich stellt ihn in seiner Plumpheit und Massigkeit eine Gravierung aus Combarelles[1]) dar. Der braune Bär kam etwa dem Grizzlibären an Größe gleich. Nicht selten wird der Mensch Raubtieren zum Opfer gefallen sein, vielleicht öfter als er sie erlegte. Seine, einem Raubtiere gegenüber kümmerliche Bewaffnung, die geringe Kopfzahl der Jägerbanden, die geringe Größe der altpaläolithischen Rassen lassen den Menschen als im Kampfe mit Raubtieren stark benachteiligt erscheinen.

Sicher ist, daß alle diese Raubtiere unter den Pflanzenfressern des Diluviums stark gehaust haben. Ein richtiges Bild von den Erfolgen ihrer Jagd kann man sich nur schwer verschaffen. Der Löwe, der Leopard Ostafrikas überfällt sein Opfer im Sprung, und verzehrt es meist an Ort und Stelle oder verschleppt es kurze Strecken. Die Knochen bleiben an der Erdoberfläche liegen, ohne durch Gestein eingebettet zu werden, und vergehen sehr schnell. Selten findet man Über-

[1]) R. R. Schmidt, Die diluviale Vorzeit Deutschlands. 1912.

[2]) Klaatsch, Der Werdegang der Menschheit und die Entstehung der Kultur. S. 106.

[1]) Nach H. Breuil, aus Obermayer, Der Mensch der Vorzeit. S. 244.

erste ihrer Opfer. Ein gutes Teil zur völligen Vernichtung der Knochenreste trägt ferner der stets gefräßig umherschweifende Schwarm der Hyänen bei, die auch die stärksten Knochen zerbeißen. Nur die sehr wenigen Fälle, wo in Höhlen die Beutereste oder die Räuber selbst fossil wurden, geben ein eindringliches Bild von der Herrschaft der Raubtiere. Die Hyänenhöhlen, die Schlupfwinkel der Höhlenbären (so die Tischoferhöhle bei Kufstein, aus der prächtige Skelette von Schlosser geborgen wurden; die Höhle von Echenoz-la-Moline, welche Reste von 800 Bärenskeletten enthielt) sprechen mit ihren gewaltigen Mengen an Knochen laut genug von den schweren Wunden, die durch die überaus zahlreichen Räuber den Pflanzenfressern geschlagen wurden. Ein unter einem Felsvorsprung gedecktes Lager einer Leopardenfamilie zeigte mir in Deutsch-Ostafrika einen wahren Stapel von frischen Knochen, meist der Extremitäten, wohl die Beute einer kurzen Jagdzeit.

Man darf also den Menschen nicht als den einzigen Feind der diluvialen Tierwelt betrachten. Doch hat er unter ihr sicher stark aufgeräumt, mit Zunahme der Bevölkerung gewiß stärker als die Raubtiere. Lange Zeit führte er ein reines Jäger- und Fleischesserdasein. In dieser haben sich Ausbildung der Jagdmethoden und -Gewinn ständig gesteigert. Im jüngeren Paläolithikum mögen sogar besonders geübte und gut bewaffnete Jägertrupps auf Beute ausgezogen sein, so in den dicht besiedelten Flußtälern Südfrankreichs. Wieviel aber dazu gehört, einen Menschen, zumal einen wandernden, mit magerem Wildfleisch täglich zu sättigen, weiß nur der, wer wie im ostafrikanischen Kriege genötigt war, wochenlang von fettlosem Antilopenfleisch fast ohne Brot zu leben; selbst in guten Wildgegenden war genügend Nahrung von Jagdkommandos kaum zu beschaffen. Die Kulturstationen des paläolithischen Menschen bezeugen eine sehr erfolgreiche Jagd, mögen die Knochenschichten in ihnen auch oft langjährigen Besiedelungen entsprechen. Wenige solcher Stationen sind dazu im ganzen noch bekannt; wie manches Beutestück mag außerhalb eines Lagerplatzes verzehrt worden sein, ohne daß seine Knochen fossil werden konnten.

Als Stätte sehr erfolgreicher Jagd des jungpaläolithischen Menschen gilt mit Recht der jurassische Inselberg von Solutré bei Mâcon, dessen allmählich ansteigende, an der einen Seite aber steil abfallende Platte vom Menschen als günstige Gelegenheit zur Herdentreibjagd auf kleine struppige Wildpferde immer und immer wieder verwendet wurde. Auf einer Oberfläche von 3800 qm liegt eine bis 2 m dicke Pferdeknochenschicht, die neben Artefakten der Aurignacstufe Reste von 100000 Wildpferden enthalten soll.[1])

Ein zweiter Platz, der als erfolgreiche Jagdstätte des Menschen genannt wird, ist der Lößhügel von Predmost in Mähren, eine der wichtigsten paläolithischen Fundstellen der Erde. Über ihn hat neuerdings Absolon eine interessante Schilderung gegeben.[1]) Hier sollen Reste von 1000 Mammuten nach Maska liegen, nach Soergels erster Schätzung 2—300, nach späterer etwa 5—600, also ein wahres Mammutleichenfeld. Im Gegensatz zu anderen Forschern, die den Menschen als den Jäger dieser Mammute ansehen, nimmt letzterer an, daß bei Presmost eine Mammutherde verendet ist, die im kalten Trockenklima der Lößzeit nur langsam verweste und erst in diesem Zustande entdeckt und vom Menschen verwendet wurde. Soergel führt manchen beachtlichen Grund für seine Ansicht an.[2]) Andererseits, soll auf engen Raum zusammengeballt eine so gewaltige Herde von Mammuten — mindestens sehr viele Hunderte von Stücken mit, wie Absolon ausdrücklich betont, zahlreichen Kälbern — sich gehalten und Nahrung gefunden, und dann gemeinsam durch ein Naturereignis: einen Schnee- oder Lößstaubsturm, zugrunde gegangen sein? Die letzte Entscheidung ist noch nicht gefällt, dürfte aber die Schußliste der Predmoster Lößjäger belasten.

Der diluviale Mensch ist ein rücksichtsloser Jäger gewesen. Er war es aus Not und Hunger. Seine Herrschaft über die Tierwelt vergrößerte sich stetig mit dem Wachstum der Bevölkerung und der Vervollkommnung der Jagdwaffen. Im gleichem Schritte wuchs die unablässige Beunruhigung des Wildes, das ohne Einhaltung einer „Schonzeit" verfolgt wurde, sich mit Ausnahme der flüchtigen Huftiere nur schwer Nachstellungen entzog, und so in seinem Nachwuchse schwer gefährdet wurde. Aber durch all das ist noch nicht erwiesen, daß der Mensch der Vernichter von vielen größeren Tieren der Eiszeit ist.

Diese Meinung — geflossen aus dem Gedanken, daß es ein natürliches Ende für höhere Einheiten von Lebewesen nicht gibt —, vertrat Steinmann, ebenso Hoernes. Steinmann sagt: „Der Mensch unterscheidet sich dadurch von aller übrigen Kreatur, daß er systematisch vernichtet und ausrottet".[3]) In der geologischen Gegenwart hat der Mensch eine Reihe von Tieren ausgerottet: andere führt er der Ausrottung näher. Sicher hat Steinmann darin Recht. Sind aber

[1]) Obermaier, l. c. S. 193.

[1]) In Klaatsch, l. c. S. 357.

[2]) Soergel zieht zum Vergleiche heran, daß ähnliche Anhäufungen von Resten des (lebenden) Elefanten aus Afrika bekannt seien, wo Buren und Eingeborene an schlammigen Tümpeln mit großem Erfolge nach dem Elfenbein toter Tiere suchen. „Es handelt sich hier, wie die überwiegende Anzahl alter Tiere zeigt, um Sterbeplätze, die von kranken und altersschwachen Tieren aufgesucht werden." Es handelt sich hier nicht um Sterbeplätze, sondern um — Lügen der Elefantenjäger, die ihr ausrottendes Morden auf ein natürliches Ende ihrer Opfer abzuwälzen sich bemühen und gern Elfenbein „finden". Die alten Elfenbeinhändler aus Udjidji am Tanganjikasee, dem großen Umschlagplatz für Kongoelfenbein, wissen von diesen Praktiken genug zu erzählen.

[3]) Steinmann, Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre. Leipzig 1908.

die während des Diluviums in Mitteleuropa ausgestorbenen großen Säuger: Elephas antiquus und primigenius, Rhinozeros antiquitatis und Mercki, Höhlenbär und Höhlenlöwe, nun wirklich dem paläolithischen Jäger zum Opfer gefallen? Die Ursachen des Aussterbens der Organismen, über die schon reichlich genug geschrieben wurde, sind sehr vielgestaltiger und verschlungener, schwer enträtselbarer Natur.[1]) Innere und äußere Ursachen wirkten bei dem Verschwinden der genannten Arten zusammen. Von außen her der Steinzeitjäger, so z. B. durch Einengung ihres Verbreitungsgebietes, Gefährdung der Nachkommenschaft. Seine Waffen und Fangarten, sein stetes Fleischbedürfnis waren imstande, dem Tierbestand schwere Wunden zu schlagen, ja einzelne Tiere lokal auszurotten. Als innere Ursachen sind uns manche spezielleren bekannt, neben den allgemein für das Erlöschen von Tiergruppen anerkannten Gründen: wie Klimawechsel und in seinem Gefolge Erschwerung der Ernährung und Fortpflanzungsmöglichkeit. So zeigt, wie Soergel beobachtete, Rhinozeros Mercki, das wohl bei Beginn der letzten Eiszeit ausstarb, in Ehringsdorf an zwei Individuen eine krankhafte Ausbildung des Zahnschmelzes (Hypoplasie), die durch Stoffwechselstörungen hervorgerufen wurde. Beim jungdiluvialen Mammut finden sich oft Gebißanomalien, Umbiegungen (Tortuosität) am hinteren Ende der letzten Molaren, die den Zahnersatz gefährdeten. Solche krankhaften Erscheinungen aber haben sicherlich schädigend auf Ernährung und Kräfteersatz der Tiere eingewirkt. Das Mammut degenerierte lokal vor seinem Aussterben in Mitteleuropa; seine jüngsten Vertreter aus Schottern der letzten Vereisung der Bodenseegegend sind geradezu Zwergformen. Bekannt sind die mannigfachen, durch das Leben in feuchten Schlupfwinkeln verursachten Erkrankungen an Knochen und Schädeln des Höhlenbären, die im Verein mit der hohen Spezialisation im Gebiß ihn dem Aussterben nähern mußte. Auch beim Höhlenbären bildete sich gegen Ende des Diluviums eine zwerghafte Rasse heraus.

Kurzum, viele Tatsachen zeigen uns eine verminderte Widerstandskraft, ein Altern in einzelnen Säugergruppen der Eiszeit an, das auch ohne Zutun des Menschen zu ihrem Erlöschen führen mußte. Doch hat der Mensch es vielfach beschleunigt, besonders in dichter besiedelten Gegenden, ebenso bei den genannten Zwergrassen, an die er sich wegen ihrer geringen Wehrhaftigkeit besonders leicht heranwagen konnte.[2]) Daß der Diluvialmensch nicht einzige Veranlassung zum Aussterben war, könnte vielleicht auch das Beispiel des Waldelefanten zeigen; er verschwindet fast gleichzeitig vor der dritten Eiszeit in Europa und, wenigstens in einer sehr nahestehenden Art, in Asien, hier von reinen Jägervölkern kaum belästigt, dort aber stark verfolgt. Eher dürfte das Aussterben des Mammuts Mitteleuropas am Ausgang der letzten Eiszeit dem Diluvialjäger zur Last fallen, das sich dagegen in menschenarmen Gegenden Nordasiens bis in historische Zeit hielt, wo es in Sibirien in großen Herden lebte und, von Klimaschwankungen kaum belästigt, langsam zugrunde ging.

Wildpferd und Ren aber überlebten trotz ungeheurer Verluste vermöge ihrer Flüchtigkeit den paläolithischen und neolithischen Jäger, bis sie in einzelnen Rassen im sicheren Hafen der Domestikation landeten. Der weit verbreitete Riesenhirsch, der kein rares Wild war — wurden doch in dem kleinen Moore von Bellybetagh bei Dublin allein 100 Schädel und 6 Skelette des nahe verwandten Megaceros hibernicus gefunden —, starb im jüngsten Paläolithikum aus, obgleich er zu den seltensten Jagdtieren des Menschen gehörte. Ur, Bison und Elch — letztere beiden immerhin häufigere Jagdbeute — retteten sich trotz immer stärker werdender Nachstellung bis in historische Zeit, wo uns ihr Schicksal nicht mehr beschäftigt.

So mag das Urteil, wieviel an Schuld dem diluvialen Menschen am Verschwinden mancher Säuger zufällt, schwanken können. Ein gewisser Anteil an ihr kommt bei wenigen in Betracht; bei den meisten kommt sie gar nicht in Frage. Anders steht es mit seinen Nachkommen in jüngerer Zeit; hier belastet sich sein Schuldkonto ständig. —

So bietet die paläolithische Jagd, sieht man sie auf dem wechselnden Gemälde diluvialer Zeit, in der Tier- und Pflanzengemeinschaften kamen und gingen, grünes Waldland offene Steppe ablöste, neue Menschenrassen alte überwältigten, der Mensch nach neuen Zielen drängte — eine Fülle anregender Betrachtungen dar.

---

[1]) Abel, Die vorweltlichen Säugetiere. Jena 1914.

[2]) Wenn man sagt, daß menschliche Jagd, nur der Ernährung halber und mit einfachen Waffen betrieben, den Bestand einer lebenskräftigen Art nicht gefährden könne, und zum Beweise dafür den afrikanischen Elefanten anführt, der des Fleisches wegen seit sehr langer Zeit von den Negern gejagt, trotzdem aber von den Europäern in großen Herden angetroffen wurde, — so trifft das auf den paläolithischen Elefantenjäger doch nur sehr eingeschränkt zu: Elefantenjagd ist bei den Eingeborenen Afrikas durchaus Gelegenheitsjagd, um zur ganz überwiegenden Pflanzenkost dann und wann tüchtig Fleisch zu essen; eine erhebliche Minderung der Bestände ist dabei ausgeschlossen. Der Diluvialjäger aber übte Zwangsjagd auf Wald- und Pelzelefant aus; Fleischkost war für ihn die einzige Nahrungsquelle, die die Zahl der Herden stark mindern mußte.

Bücherbesprechungen.

Reinhardt, Karl, Poseidonios. 476 S. München 1921, C. H. Beck. Geh. 60 M., geb. 75 M.

Der Gedanke einer vergleichenden Anatomie als Wissenschaft, von dem Aristoteles, Leonardo da Vinci, Goethe bewegt wurden, ist in den Leçons d'anatomie comparée Georg Cuviers zur Wirklichkeit geworden. Wie fruchtbar er war, hat Cuvier weiterhin in seinen Recherches sur les ossements fossiles (1812) bewiesen. Er brachte eine ganze Welt ausgestorbener Tiergeschlechter zur wissenschaftlichen Auferstehung, so daß Goethe den Grundsatz aussprechen durfte: Wenn ich ein zerstreutes Gerippe finde, so kann ich es zusammenlesen und aufstellen; denn hier spricht die ewige Vernunft durch ein Analogon zu mir, und wenn es das Riesenfaultier wäre.

Cuvier ging noch weiter; er wagte und vollbrachte es, einen oder wenige zufällig gefundene Knochen zum ganzen Skelett, zum ganzen Tier, zu einem lebhaften Naturbilde zu ergänzen.

Die Erinnerung an Cuviers Werk ist uns oft gekommen, wenn wir Veranlassung hatten, neueren Arbeiten auf dem Gebiete der klassischen Philologie zu folgen. Was der durch Flur und Gebirge streifende Knabe aus Mömpelgard für die Naturwissenschaft der Vorzeit zu ahnen, zu sehen begann, das ging dem Haynroder Kantorssohn Friedrich August Wolf in seiner engen Bücherwelt als eine zukünftige Altertumswissenschaft auf. Cuvier und Wolf erwuchsen und blühten unabhängig voneinander. Aber sie begegneten sich wenigstens geistig dort, wo in ihren Tagen alle Höhenwege der Zeit und der Vorzeit zusammentrafen, bei Goethe. Unter den Geistern der Vorzeit, die in Weimar erschienen, war ein Mann namens Posidonius. Er wurde durch Seneca eingeführt als Zeitgenosse oder sogar als Augenzeuge einer höchst merkwürdigen Naturbegebenheit, der frischen Entstehung einer neuen Insel im ägäischen Meere; die Vorgänge, welche das Auftauchen dieser Insel begleiteten, waren genau dieselben, wie sie Goethe nach seinen gründlichen Untersuchungen des Kammerberges bei Eger sich für die Entstehung dieses Berges gedacht hatte.

Von Posidonius wußte Goethe so viel und so wenig wie Wolf und Cuvier. Poseidonios gehörte zu den untergegangenen Gestalten der antiken Welt, von denen außer dem Namen und geringen literarischen Spuren kaum etwas zuverlässiges bekannt war. Heute steht er unter den lebensvollen Gestalten, welche die klassische Philologie und namentlich Eduard Schwartz in seinen „Charakterköpfen aus der antiken Literatur" (3. Aufl. 1910) durch Sammlung und Ergänzung zerstreuter Reste und verblaßter Abdrücke wieder aufgerichtet hat. Vor Schwartz wußten wir von Poseidonios die äußeren Lebensumstände, die Gebiete seiner Tätigkeit, die Titel seiner Werke. Der Mann trat uns aber in keiner Beziehung nahe, so daß wir ihn hätten sehen können, wie wir etwa seine Schüler und Verehrer, Cicero und Pompejus, ohne große Mühe zu sehen vermögen in der Masse zusammenhängender Überlieferungen, die von ihnen und über sie aus dem Altertum zu uns gekommen sind. Die Angaben, daß ein Mann namens Poseidonios als halbasiatischer Grieche zu Apameia in Syrien geboren worden ist, daß er ein Schüler des Stoikers Panaitios von Rhodos war und selber, der stoischen Philosophie zugetan, den Versuch gemacht hat, die mythologische Theologie der Griechen durch eine Art politisch ethischer Religion für das Volk zu römischem Staatsgebrauch zu ersetzen; daß er als Historiker den Polybios ergänzt, daß er auf Reisen durch die Mittelmeerländer Iberien, Gallien, Ligurien, Sizilien, Nordafrika, Italien, ein gutes Stück der Welt gesehen und als Frucht seiner Reisen den Versuch einer vergleichenden Geographie gemacht; daß er auf diesen Reisen auch naturwissenschaftliche Kenntnisse gesammelt, daß er mathematische und astronomische Untersuchungen, namentlich Versuche, die Abhängigkeit der Ebbe und Flut des Meeres vom Mondwandel zu bestimmen, den Umfang der Erdkugel, die Höhe des Luftraumes, die Entfernung der Sonne von der Erde zu messen, angestellt habe; daß er sich sogar mit Überzeugung der Nachtseite der Natur, der Mantik zugewendet habe; alles das erregte Neugierde und Staunen, wie die zerstreuten Knochen eines Megatherion; aber es gab doch keineswegs die Überzeugung, daß jene Knochen wirklich zusammengehört haben; geschweige das Urbild des hochragenden Schattens.

Wie wahr und lebensvoll wurde uns aber diese Gestalt, als wir sie durch Schwartz zum wirklichen Manne hergestellt sahen, als einen bestimmten Menschen in seine Umwelt, in die Gedankenwelt seiner Zeit, in seine Verhältnisse zu den Bewegungen und Strebungen der Zeitgenossen gebracht kennen lernten und anfingen, zu begreifen, daß seine vielseitige, zum Teil verzerrt berichtete Tätigkeit keine Übertreibung der Fama, keine wechselnde Laune eines vielseitig veranlagten Geistes sondern Wirklichkeit und Notwendigkeit war, gegründet in den universalen Tendenzen der Stoa, welcher der universale Geist des Poseidonios eine besondere Gestalt und eine weitere Entfaltung zu geben sich berufen fühlte.

Der so unserem Verständnis näher geführte „letzte bedeutende Geist, den der Hellenismus hervorgebracht hat", war es also, der einen stillen ahnungslosen Betrachter im Museo nazionale zu Neapel vor Jahren gefesselt hatte in Gestalt einer Porträtbüste, die dort in der farnesischen Sammlung der Marmorskulpturen steht, zwischen den Bildnissen des Zenon, Sokrates, Sophokles, Karneades und anderen, und die auf

dem Chiton den Namen *ΠΟΣΙΔΩΝΙΟΣ* eingemeißelt trägt. Dieser Kopf, sagte sich der Beschauer, muß einen Geist beherbergt haben, der die Außenwelt wie die Innenwelt scharf zu betrachten, zu sondern, zusammenzufassen fähig und gewohnt war. Die wunderbare Modellierung des Gesichtes und Schädels, besonders des breit und tief entwickelten Vorderkopfes zog ihn unwiderstehlich an, die physiognomischen Lehren Lavaters und Goethes, die phrenologischen Aufstellungen Joseph Galls, die von Karl Gustav Carus erkannten Gesetze der Kranioskopie anzuwenden, um eine Ahnung davon zu gewinnen, was jener Mann im Leben bedeuten konnte, dessen Züge so ruhig und bestimmt aussprechen: mich schuf die Natur zu einer reinen gegenständlichen Sinnesauffassung und zugleich zu einer starken Kraft synthetischen Denkens; sie gab mir ausgeprägten Formensinn und Raumsinn; sie gab mir bei hoher metaphysischer Begabung eine starke Willenskraft.

Indessen, das war doch nur ein Schema, das von den landläufigen historischen Notizen mit ahnungsvollem Inhalt aber nicht mit packendem Leben erfüllt werden konnte; den Charakterkopf des Bildhauers hat uns erst Schwartz zum Erde und Himmel umspannenden Menschen gemacht.

Vor uns liegt das neueste Buch über Poseidonios. Eine treffliche Abbildung der Neapeler Büste ist ihm vorangesetzt. So, durch den Eindruck der äußeren Gestalt, empfängt der Leser von vornherein eine Ahnung von der Bedeutung des Mannes, dem er, das Inhaltsverzeichnis des Buches überblickend, alsbald die lebhafteste Aufmerksamkeit zuzuwenden sich gezwungen fühlt, gleichviel welche Fakultät ihn erzogen haben mag, ob er sich heimischer in der Welt der Sinne oder im Übersinnlichen fühlt. Das Buch führt unter weitblickender Nachlese und genauester Betrachtung und Prüfung der spärlichen literarischen Reste des Rhodiers das Schwartzsche Charakterbild mit großer Liebe weiter aus und bringt den Geist des Mannes nach allen Richtungen zur persönlichsten Aussprache. Wir sehen den Poseidonios als Geschichtsschreiber, als Geographen, als Ethnologen, als Völkerpsychologen, als Meteorologen, als Kosmologen, als Ethiker, als Theologen, als Mantiker; jede Seite des Mannes eine Kraft für sich und alle Seiten doch nur Teilkräfte eines einheitlichen Geistes, der das Bild der Welt, sein Weltbild, aufrollt, wie er es von außen und von innen empfängt. Kein Zug im Bilde, der, nach zweitausend Jahren, unserem Denken fremd, unverständlich, abgetan wäre. Alles lebendig, anregend, aufklärend, zum Weiterschauen, Weiterdenken auffordernd. Was wir heute von der natürlichen Entstehung des Menschen uns vorstellen, von der Urgeschichte der Menschheit erforscht haben; was wir von der Bedeutung der Hand für unsere Erhebung über die Tierwelt, von dem Einfluß der verschiedenen Himmelsstriche auf die Fähigkeiten, Gewohnheiten, Entwicklungszustände der Völker verstehen; was wir von den Zufälligkeiten oder Eingebungen reden, welche dem Menschen das Feuer gaben, die Entwicklung seiner Wohnstätten, seiner Häuser, seiner ganzen Zivilisation bestimmten; war wir von unseren Veranlagungen zu den bildenden Künsten, zur Geschichtsschreibung, zur Philosophie, zur Religion verhandeln; was wir als Grund und Trieb für unsere Jenseitsvorstellungen anführen; kurz, alles was wir über unsere anfängliche Mitgift und ihre Vermehrung sinnen, das hat Poseidonios zu durchdringen, zu ergreifen, zu umfassen versucht mit so zielbewußter, griechischer Klarheit, daß wir uns ihm gegenüber gar manchmal als Träumer oder Nebelwanderer vorkommen. In einer Versammlung der größten Schauer und Denker und Lehrer aller Zeiten erscheint er ebenbürtig.

Wir dürfen aber nicht verhehlen, daß das Bild des Poseidonios, wie wir es durch Reinhardt nach der Durcharbeitung seines Buches gewonnen haben, keineswegs mühelos gewonnen ist. Reinhardt schenkt dem Leser, wenigstens dem Manne der Naturwissenschaften, nichts umsonst. Er schleppt ihn durch alles Irrsal und Mühsal philologischer Forschung, Verzweiflung und Bescheidung. Er verlangt vom Leser, daß er alles, was ihm von Bildern des Altertums lieb und vertraut oder wenigstens gepriesen und erstaunlich ist, bezweifle, zerlege, auflöse, vernichte; daß er die Schriften eines Cicero, Strabon, Vitruvius, Diodoros, Seneca, Plinius, Plutarchos, Kleomedes, Aretaios, Galenos, Athenaios, Stobaios nicht mehr als Geisteswerke derer, die ihnen den Namen gegeben, verehre, sondern sie nur noch als Aufbewahrungsorte poseidonischer Fragmente durchspähe oder auch als Gerüste abbaue, worin einzelne Knochen des Poseidonios mehr oder weniger verstümmelt eingefügt und angepaßt sind.

Er verlangt vom Leser die Erlernung einer ungewohnten Sprache, die, mit gehäuftem Wortschatz belastet, ungeduldig hin und her zerrt und mit ihrer unersättlichen Freude an termini technici beschwerlich fällt. Da muß der Leser sich immer wieder die Wörter Oikumene, Telos, Topos, Genos, Pathos, Logos, Bios, Zoon, Pneuma, Archetypus, Mimesis, mimetisch, Zetema, zetematisch, Aporie usw. gefallen lassen. Da muß er mit dem Verf. rechten: wenn denn einmal die Wörter pathos, affectus, Leidenschaft ganz verdorben sind, indem sie uns heute Kraftäußerungen vorspiegeln, wo ursprünglich Unfreiheit, zügellose Schwäche gemeint ist, warum behält der Verf. sie bei, warum setzt er nicht das heute zutreffende deutsche Wort dafür, um dem Leser beständige Verrenkungen zu ersparen? Ferner, warum erweist er dem Leser nicht wenigstens dann und wann die Wohltat, an Stelle von Übersetzungen, die wieder einer Übersetzung oder einer Erklärung bedürften, den griechischen oder lateinischen Text hinzusetzen oder beizufügen, damit wir, ohne zur Bibliothek zu laufen, gleich sehen können, was gemeint sei? Warum mutet er dem naturwissen-

schaftlichen Leser zu, Redebilder zu begreifen, welche die Physik verbietet?

Selbst der mit den Lehren der indischen und griechischen Pneumatiker vertraute Leser stutzt, wenn er auf den Ausdruck stößt: „der Mond ist das pneumatische Gestirn"; und kann erst weitergehen, wenn er das Spiritus sidus des Plinius (hist. nat. II. 99) im Zusammenhang aufgesucht hat. Eine „Sonnenkraft, die auf Erden alles pneumatisch durchdringt und sogar die Sprache des Poseidonios mitdurchdringt" (S. 15), oder ein „Arabien, das von der Sonnenkraft zu stärkster Lebensregung pneumatisch durchdrungen scheint" (S. 128), muß auf Verständnis warten, bis der Leser, zur Seite 243 vorgedrungen, für die pneumatische Erfüllung die verständlichere Wendung „mit starkem Strome durchatmen" findet, falls er nicht vorher den Diodoros (II 51) zur Hand genommen und vom griechischen Text das Verständnis erhalten hat. Ebenso wird das Wort Sehpneuma (S. 194) erst begreiflich, damit aber noch keineswegs annehmbar, wenn der Text des Kleomedes das ursprüngliche Wort *ὁρατικὸν πνεῦμα* hergegeben oder der Leser sich erinnert hat, daß beim Archimedes (nach Olympiodoros) an einer entsprechenden Stelle einfach *ὄψις* steht, was beim Lateiner visus, im Deutschen Blick, Sehstrahl heißt. Für eine derartige Anmerkung wäre jeder nichtphilologische Leser dankbar.

Physikalische Rätsel sind und bleiben uns „die alleroberflächenhaftesten Beziehungen"; „der prismatische Brechungspunkt, der die Vereinigung der Einzelkräfte mit der Urkraft ist" (S. 6); „die hundertfältige Fülle kleiner Einzelheiten, die aus einer unsichtbaren Mitte strahlt" (S. 31); „das disponierende Prinzip, das sich im Aufgelöst-Disputatorischen verkrümmelt"; unerklärlich der physikalische Prozeß, wie in Poseidonios „zum letzten Male eine soweit erkennbar griechische, wenn auch gedrungene Mystik mit der spröden Klarheit griechischen Kausalsinns, dumpfer Opfer-Seelen- und Orakelglaube mit dem hellsten griechischen Erkenntnisdrang gemischt, ein weltumspannendes System auskristallisieren" (S. 8); oder der Prozeß, wie in einer Naturschilderung „alles sich trennt, alles sich auflöst, um zu ästhetisch wirksamen, von ihrem Grunde losgelösten, plastischen Modellen zu gerinnen" (S. 23); unphysikalisch auch „die eine Seite einer Antithese, deren andere Seite sich vielleicht durch ein gewisses Vakuum verrät, das nichts anderes ist als das Ganze, das Antiochos zu seiner Mitte hat" (S. 472). Auch Aphorismen wie die folgenden erscheinen uns nicht ohne weiteres verständlich: „Religiöses läßt sich nicht erfassen, ohne daß ein Eigenes dabei wäre". — „Handlungen bedürfen, um in dem eigentlichen Geiste ihrer Erfahrung klar zu werden, eines Ganzen". — „Philosophie, die aus sich selbst zu eigener Form durchbricht" (S. 14). — „Die Stilisierung des Druiden als der Repräsentation des Logos" (S. 30). — „Die Körperfeuchtigkeit des Seelenstoffes" (S. 461) usw.

Doch das sind Äußerlichkeiten, die vielleicht nicht jeden Leser beirren. Was die Sache angeht, so müssen Fachmänner entscheiden, ob alles, was Reinhardt für poseidonisch erklärt, wirklich dem Poseidonios angehört und ihm sogar eigentümlich ist. Bedenken erregt uns die Meinung (S. 460), daß die Darstellung des *καῦσος* durch den Arzt Aretaios Kappadox ein Exzerpt aus Poseidonios enthalte. Das vierte Kapitel „über den Brand" (*περὶ καυσῶν*) im zweiten Buche von den Ursachen und Zeichen der hitzigen Krankheiten, soll sich vor dem übrigen Werk dadurch auszeichnen, daß es in einem eigenen Abschnitt auf die seelische Verfassung des Erkrankten eingeht, und zwar mit Worten, die an eine poseidonische Stelle bei Cicero de divinatione stark anklingen. Diesen Anklang hat vor 250 Jahren schon der Pariser Arzt Pierre Petit (1662) bemerkt und die Vermutung ausgesprochen, daß Aretaios hier den Poseidonios benutzt habe. Dennoch scheint uns der Anklang nicht viel zu beweisen. Die merkwürdigen geistigen Störungen, die Aretaios dem im Brennfieber (*καῦσος* ist dem Mediziner Brennfieber, nicht „Brand") Liegenden zuschreibt, kann jeder Arzt in allen Einzelheiten heute noch beim Fleckfieberkranken beobachten. Die Krankheitsschilderung des Aretaios erscheint uns selbständig, sie ist lebenswahr und in allen Teilen unbedingt zur Sache gehörig; für fremde Einschiebsel hat sie keinen Raum und sie fällt in keiner Weise aus der gewohnten Rede des Kappadokiers, den wir Ärzte nach dem Hippokrates als einen der bedeutendsten schätzen, heraus. Dabei bleibt immerhin möglich, daß der „kapriziöse Archaismus des gezierten Spätlings" einen Ausdruck wie *ζωτικὴ δύναμις* dem Rhodier entlehnt habe.

Nur dürfte dann aber auch für Poseidonios nach ärztlichen Quellen gefragt und bei aller Anerkennung der Selbständigkeit dieses ungeheuren Geistes zum mindesten auf das *πάντα θεῖα καὶ ἀνθρώπινα πάντα* des Hippokrates verwiesen werden, das zwar nicht im Wortlaut beim Poseidonios wiederkehrt, aber dem Sinne nach, wie der Äther, seine ganze Welt durchdringt; freilich mit dem Unterschiede, daß Hippokrates mehr die menschliche Seite, Poseidonios mehr die göttliche betrachtet. Auch in Kleinigkeiten finden wir Anklänge an Hippokrates beim Poseidonios; so in der dreifachen Nahrung, *ξηρὰ τροφή, ὑγρὰ τροφή, πνεῦμα*, die Reinhardt höchstens bis zum Erasistratos zurück verfolgt, um aber den Poseidonios dafür zu loben (S. 255).

Reinhardt, der in seinem Parmenides (Bonn 1916) die Beziehungen einiger Jugendschriften des Hippokrates zu der griechischen Philosophie bringt, setzt bei Poseidonios fast ausschließlich die Grundlage der Stoa voraus, kaum noch die der jonischen Naturforschung. Hier und da sieht es aus, als ob er mit Seneca nur die Philosophen, die Weisen, als die Geben-

den, die Naturforscher hingegen (S. 50) und Ärzte (S. 255) als die Nehmenden, Beschenkten ansähe. Wie denn in seinen Ausführungen über die Beziehungen des Galenos zum Poseidonios der erstere in seiner Schrift „die Übereinstimmung zwischen Hippokrates und Platon" als der „leibgewordene Schulbetrieb" für chrysippische Definitionen und als Gefäß für poseidonische Gedanken περὶ παθῶν abgetan wird (S. 263); wogegen wir freilich in diesem Falle nichts Ernstliches einwenden können. —

Was bedeutet Poseidonios für die Naturwissenschaft? Eigentlicher Naturforscher war er nicht; aber ein scharfer Beobachter von Naturvorgängen, ein reicher Kenner der unendlichen Fülle in den Naturerscheinungen, ein gründlicher Zusammenfasser der Einzelheiten und strahlender Darsteller des Geschauten. Seine Beschreibungen sind Spiegelbilder eines Geistes, auf den die Zusammenhänge, Tiefen und Herrlichkeiten des Weltalls eindringen, der uns das Fremdeste und Seltsamste mit seiner besonderen Örtlichkeit und Nachbarschaft und damit vertraut und begreiflich wiederstrahlt; der in Allem Kraft und Stoff, Geistiges und Sinnenfälliges zugleich sieht und damit überall dem unaufhörlichen Werden und Wandel scheinbarer Zustände als dem ewigen Wirken einer schöpferischen Weltseele zuschaut, die zugleich Schöpferkraft und Vorstellung und Vorsehung ist.

Seine Beschreibung Arabiens, die uns Diodoros im zweiten Buch seiner Weltgeschichte überliefert, würde sogar in Alexander von Humboldts Kosmos und in Karl Ritters Erdkunde glänzen, nicht sowohl durch den Stil als durch die Gediegenheit und Fülle des Inhaltes. — Poseidonios ist, soviel wir wissen, zwar der erste, der durch Beobachtungen und Messungen am Hafendamm zu Gades den Zusammenhang von Ebbe und Flut mit dem Wandel des Mondes festgestellt hat. Aber es lag ihm dabei nicht viel an der schlichten Tatsache und an einer physikalischen Erklärung des Phänomens; er gewann damit ein überzeugendes Beispiel für seine Auffassung des Mondes als eines Lebewesens, das triebkräftig und saugkräftig seinen Atmungshauch mit der Erde austauscht. Der Mond ist ihm ein atmendes Gestirn; es sättigt die Länder, es erfüllt die Körper durch sein Herannahen, leert sie durch sein Sichentfernen; daher die Muscheln mit der Zunahme des Mondes wachsen. Seine Atmung fühlen die am stärksten, die blutlos sind; aber auch das Blut der Tiere und Menschen nimmt mit seinem Lichte zu und ab, und Laub und Gras spüren seine alles durchdringende Kraft (Plin. hist. nat. II 99). — Berechnungen und Messungen der Erde, der Sonnenweite usw. mögen Eratosthenes und Hipparchos machen; was Poseidonios will, ist, die alten Erkenntnisse jener Forscher durch geeignete Bilder und Vergleiche anschaulich zu machen, in sein Weltgebäude einzuführen. Darin erscheint er denn unübertrefflich.

Um uns einen Begriff von der Bewegungsgeschwindigkeit des Himmelsgewölbes und von der Größe der Sonnenbahn zu geben, geht er folgendermaßen zu Werke: Stellen wir uns ein Pferd vor, das auf ebenem Boden losgelassen wird in dem Augenblick, wo die Sonne am Rande des Gesichtskreises sichtbar wird und fortrennt bis zu dem Augenblicke, wo die Sonne ganz erschienen ist, so ist für eine annähernde Schätzung klar, daß es nicht weiter als zehn Stadien kommen wird; der schnellste Vogel käme um ein Vielfaches weiter als das Pferd; ein Pfeil, mit schnellstem Schwunge dahinfliegend, käme noch viel weiter als der Vogel, so daß er in der gleichen Zeitspanne nicht weniger als zweihundert Stadien durcheilte. Wollten wir nun mit jenem schnellen Pferde den Wandel des Weltkörpers vergleichen, so fänden wir als Durchmesser für die Sonne zehn Stadien, beim Vergleiche mit dem schnellsten Vogel einen weit größeren Durchmesser, beim Vergleiche mit dem Pfeil keinen geringeren als zweihundert Stadien. Nach alledem ist die Sonne also nicht etwa einen Fuß groß oder so groß wie sie uns vorkommt. Wie unendlich viel schneller als der Flug des Pfeiles aber der Schwung des Weltkörpers ist, können wir aus folgender Überlegung abnehmen: Als der Perser wider Hellas zog, da stellte er, so wird erzählt, Männer von Susa bis Athen auf, um durch die Stimme das, was unter ihm in Hellas geschah, den Persern mitzuteilen, indem die getrennt aufgestellten einander ihre Worte weitergaben. Und es wird erzählt, die Stimme sei, durch solche Übertragung fortschreitend, in zweimal vierundzwanzig Stunden von Hellas nach Persien gekommen. Wenn nun diese Luftbewegung, dieser Luftschlag, mit solcher Schnelligkeit wachsend, in zwei Tagen und Nächten nur einen so kleinen Teil der Erde durchlaufen hat, so läßt sich, meine ich, wohl begreifen, wie unendlich viel größer als die Schnelligkeit der Stimme die Schnelligkeit des Weltkörpers sein muß, die in einem Tage und einer Nacht eine Entfernung durchläuft, die unendlich viel größer ist als der Abstand Griechenlands von Persien. — Stellen wir uns nun weiter vor, daß ein Pfeil den größten Kreis des Erdumfanges durchfliege, so legte er nicht in dreimal vierundzwanzig Stunden die 250000 Stadien dieses Kreises zurück. Die ganze Größe des Weltkörpers aber, der unendlich viel größer als die Erde ist, durchmißt der Himmel in einem Tag und einer Nacht. So daß es unmöglich ist, diese Geschwindigkeit und Eile auszudenken oder in Worten auszudrücken. Nur der Dichter vermag anzudeuten, wie schnell der Zug des Weltkörpers eilt:

> Weit wie die neblige Ferne ein Mann durchspäht mit den Augen
> Wenn er auf hoher Wart' das dunkle Meer überschauet,
> So viel Raum überspringen der Götter hochwiehernde Rosse.

Großartig fürwahr hat Homeros das gesagt und

mit wundervoller Steigerung, indem er nicht nur den Blick in die größte Ferne für ungenügend fand, um die Schnelligkeit des eilenden Himmelskörpers zu versinnlichen, sondern auch noch die Höhe des Beschauers und die weite Meeresfläche hinzufügte. Doch auch dieses Bild versagt vor der Aufgabe, die Eile am Himmelsgewölbe angemessen auszudrücken (Kleomedes II. 1. 73).

Den Erdumfang versinnlicht Poseidonios so: Der Stern Kanobos im Steuerruder der Argo ist in Rhodos eben noch sichtbar, in Alexandria, das unter derselben Mittagslinie liegt, erhebt er sich um den vierten Teil eines Tierkreiszeichen, also um $7{,}5^0$; diesem Himmelsbogen entsprechend müßte der Abstand von Rhodos nach Alexandreia mit 48 multipliziert werden, um den Umfang der Erdkugel zu gewinnen. Poseidonios unterläßt es, den irdischen Bogen zwischen Rhodos und Alexandria zu messen; ihm kommt es nicht wie dem Eratosthenes darauf an, die genaue Zahl mittels des Gnomon zu ermitteln; er will ein anschauliches Verhältnis geben. Dazu genügt eine landläufige Schifferangabe, die den Seeweg auf 5000 Stadien angibt. Mit ihr gewinnt er einen Erdumfang von 240000 Stadien = 45000 Kilometer; immerhin kommt diese Begrenzung der Phantasie dem wirklichen Maß von 40000 Kilometern nahe genug. Für das Maß des Seeweges nach Indien bei westlicher Fahrt stützt Poseidonios sich auf Erdmessungen des Eratosthenes; seine Rechnung war falsch; aber Kolumbus vertraute ihr und entdeckte Amerika.

In Spielerei artet die Methode des Poseidonios aus, wo er eine Vorstellung von den Laut- und Tonverhältnissen der Völkersprachen für die verschiedenen Breiten zu geben versucht; er spannt in das Himmelsgewölbe eine dreieckige Harfe ein, deren längste tiefstklingende Saite als Himmelsachse zum Nordpol reicht, und läßt dieser Saite in gleichen Abständen sechs weitere Saiten folgen, deren kürzeste — höchstklingende — dem Äquator zunächst liegt. Aber solche Hilfsmittel waren damals neu; Cicero hatte Grund, das drehbare Uranologium des Poseidonios auf Rhodos zu bewundern.

Was uns also Poseidonios gibt, sind keine neuen naturwissenschaftlichen Feststellungen, aber großartige Naturbetrachtungen, zu denen als ein Hauptmittel die Proportion dient; ein Mittel, das auch Humboldt nicht verschmäht und das nach ihm Du Bois-Reymond aufs äußerste getrieben hat.

Der Übergang von der Naturwissenschaft zur Ethik und zur Theologie ist für Poseidonios in der griechischen Weltanschauung ohne weiteres gegeben. Den Griechen sind wie allen Indogermanen von jeher die Himmelslichter die lebendigen und lebenbeherrschenden Götter. Zeus, der strahlende Himmel, und sein Sohn Apollon Helios sind ihnen die Spender der wohltätigen wie der schädlichen Licht- und Wärmewirkungen, welche der Mensch an sich selber und an seiner Erde gewahr wird. Je weiter nun die Astronomie und die Kosmologie fortschreiten, desto mannigfaltiger und gewaltiger zeigen sich die Beziehungen des großen Weltalls zur Erde und zum Menschen, desto mehr erscheinen die Himmelskörper und die Erde und der Mensch als Geschöpfe einer gesetzmäßig und zweckmäßig gestaltenden Kraft, die als feuriger Hauch die Sonne erhält, die Erde durchdringt, die Winde und Wasser, die Bodensäfte und Eingeweide der Erde bewegt, die Menschen und Tiere und Pflanzen wachsen macht. Das Ziel dieser bildenden, ordnenden und erhaltenden Lebenskraft ist, immerfort gesteigertes Leben hervorzubringen; sie hat die besten Lebewesen an den Umkreis der Welt als Götter, in die Mitte der Welt als Menschen gesetzt. Die Göttlichkeit der erfinderischen nachschaffenden Menschenseele, die Herrlichkeit des Weltalls geben uns die Ahnung eines Weltgeistes. Die forschende Astronomie hat an Stelle der lebendigen Götter den blinden atombewegenden Zwang, χρεία, ἀνάγκη, gesetzt; eine tiefere Naturbetrachtung kann die zielsichere Vernunft, den ὀρθὸς λόγος, im Weltall nicht verkennen; an Stelle des mechanischen Naturbegriffes muß der organische gesetzt werden. Die verblassenden Himmelsgötter weichen einem gesteigerten Gottesbegriff, einem weltdurchdringenden, weltdurchatmenden Urwesen, das geistig betrachtet Zeus oder Pronoia, sinnlich betrachtet Physis, sittlich betrachtet Heimarmene heißt. Die allwaltende Vorsehung, die unerschöpflich gebärende Natur, die unabwendbare Vorherbestimmung, das sind die verehrunggebietenden Mächte, welche über den Geschicken des Menschen stehen und wie die Menschen so auch Götter und Tiere und Pflanzen und Wasser und Gestein als Teile des großen Alls ewig bewegen.

G. Sticker, Würzburg.

Literatur.

Blumenthal, Otto, Fortschritte der mathematischen Wissenschaften in Monographien. Heft 2.

Lorentz-Einstein-Minkowski, Das Relativitätsprinzip. 4. Aufl. Leipzig-Berlin '22, Verlag von B. G. Teubner. Geh. 40 M., geb. 48 M.

Winderlich, R., Lehrbuch der Chemie für höhere Lehranstalten. Teil I: Unterstufe. Braunschweig '22, Verlag v. Fr. Vieweg & Sohn. Geb. 16 M. u. 20% Verlagszuschlag.

Valier, Astronom Max., Der Sterngucker. 3. Aufl. des Sternbüchlein. München '22, Verlag Natur und Kultur Dr. Franz Joseph Völler. Brosch. 8 M.

Valier, Astronom Max., Der Untergang der Erde. 3. Aufl. des Sternbüchlein. München '22, Verlag v. Natur u. Kultur. Brosch. 8 M.

Inhalt: Krenkel, Vom diluvialen Menschen und seiner Jagd. S. 241. — **Bücherbesprechungen:** K. Reinhardt, Poseidonios. S. 252. — **Literatur:** Liste. S. 256.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 7. Mai 1922. | Nummer 19.

Das Meer zur Wellengebirgszeit zwischen Schwarzwald und Thüringerwald.

Von Dr. **Paul Vollrath**-Stuttgart.

Mit 1 Karte.

[Nachdruck verboten.]

Mit der Aufrichtung der karbonischen Alpen um die Wende von Unter- und Oberkarbon brach für Süd- und Mitteldeutschland eine langwährende Festlandsperiode an, die erst mit der Transgression des Rhät- und des Jurameeres ihr Ende fand. Zweimal wurde diese Zeit vorherrschend kontinentaler Sedimentbildung durch die Ingressionen des Zechstein- und des Muschelkalkmeeres unterbrochen. Während die äußersten Grenzen dieser Ingressionsmeere, soweit sie überhaupt noch festzustellen sind, schon länger bekannt sind, fehlte es bis vor kurzer Zeit an einer genaueren Festlegung der einzelnen Phasen dieser Überflutungen. Denn unsere üblichen paläogeographischen Karten stellen gleichsam bloß Projektionen aller verschiedenen Zustände eines längeren Zeitraumes auf ein einziges Kartenblatt dar, ohne daß aber eine derartige Verteilung von Wasser und Land auch nur einmal in Wirklichkeit vorhanden gewesen wäre. Denn die Küstenlinien der vorzeitlichen Meere haben selbst innerhalb kleinerer Zeiträume in den weitesten Grenzen geschwankt. Transgressionen und Regressionen in kleinem Maßstabe wechselten in bunter Folge miteinander ab. Für den größten Teil unserer marinen Sedimente ist die Festlegung dieser einzelnen Phasen eine noch zu leistende Arbeit. Mit der Kenntnis der Küstenlinien ist aber die Aufgabe der paläogeographischen Forschung noch nicht erschöpft. In vielen Fällen lassen sich die Grenzen von Land und Meer nur auf kurzen Strecken feststellen, da die Schichten entweder der Abtragung zum Opfer gefallen sind oder aber unter Tag liegen. Dann lassen sich jedoch aus der Beschaffenheit (Fazies) und Mächtigkeit der Sedimente Schlüsse ziehen auf die morphologische Beschaffenheit des Meeresbodens, die Lage der Küste, auf die Meerestiefe, die Stärke und Richtung der Meeresströmungen. Angaben über die Verteilung der Faunen vervollständigen das Bild der Meere der Vorzeit.

Für den oberen Hauptmuschelkalk besitzen wir mehrere Arbeiten dieser Art von G. Wagner. Für den unteren Muschelkalk, das Wellengebirge zwischen Schwarzwald und Thüringerwald führte ich ähnliche Untersuchungen in den Jahren 1920 und 1921 aus. Da eine Veröffentlichung der ganzen Arbeit vorerst nicht möglich sein wird, möchte ich über die wichtigsten Ergebnisse hier kurz berichten.[1])

Die erste Bedingung, die paläogeographische Forschungen erfordern, ist eine völlig geklärte Stratigraphie (Schichtenfolge). Die Gliederung des Wellengebirges in den einzelnen Gebieten ist aus der S. 258 angegebenen Tabelle ersichtlich. Im Schwarzwaldgebiet wie im südlichen Vorland des Thüringer Waldes haben wir vier Abteilungen. Die unterste wird oben durch Schichten abgegrenzt, die in beiden Gebieten Terebratula Ecki führen (Hauptlager der Terebr. Ecki, Oolithbänke α und β). Die beiden mittleren Teile werden durch Schichten mit Terebratula vulgaris getrennt (Horizont der Terebr. vulg. im Schwarzwald, Terebratelkalke in Thüringen). Die obere Abteilung ist durch die Führung von Myophoria orbicularis gekennzeichnet (Orbicularisschichten des Schwarzwaldes, Orbicularisschichten + Schaumkalke in Thüringen). Im Mosbacher Gebiet werden die beiden mittleren Abteilungen zusammengenommen, da hier Schichten mit Terebratula vulgaris fehlen. Das nächstliegende war nun die zeitliche Gleichsetzung dieser verschiedenen Horizonte untereinander. Ebenso sollte die Grenze gegen den Röth im ganzen Gebiet gleichaltrig sein. Bei einer durchgehenden Verfolgung der Leithorizonte vom Schwarzwald zum Thüringerwald zeigte sich aber, daß diese Anschauung nicht haltbar ist. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, seien die Ergebnisse der stratigraphischen Untersuchung in einer Tabelle zusammengefaßt.

(Siehe Seite 258.)

Die verschiedenartige Ausbildung in diesen 3 Gebieten läßt leicht 3 Faziesgebiete unterscheiden, die ich als Meininger, Mosbacher und Freudenstädter Fazies bezeichnet habe. Die Meininger Fazies ist vor den beiden anderen durch einen unter der Oolithbank α liegenden Schichtkomplex bis zu 37 m Mächtigkeit gekennzeichnet, der im Mosbacher Gebiet nur teilweise vorhanden ist (Mosbacher Grenzschichten), im Schwarzwald aber vollständig fehlt bzw. in anderer Fazies ausgebildet ist. Für die Meininger Fazies ist ferner der Terebratelkalk bezeichnend, der in den anderen Gebieten fehlt (der Schwarzwälder Terebratelhorizont ist jünger). Das Hauptlager der Terebratula Ecki und der Beneckeia Buchi tritt sowohl im Mosbacher als im Freudenstädter Gebiet auf. Die Schaumkalkbänke sind der Mosbacher und Meininger Fazies gemeinsam, im Schwarz-

[1]) Die Angabe der benützten Literatur unterlasse ich hier. Es sei deshalb auf die Ende 1923 im Neuen Jahrbuch für Mineralogie erscheinende vollständige Arbeit verwiesen.

Freudenstadt	Mosbach	Meiningen
Orbicularis-schichten	Orbicularis-schichten	Orbicularis-schichten
	Schaumkalke	Schaumkalke
Spiriferinabank	Spiriferinabank	Pentacrinusbank
Horizont der Terebr. vulg.		
		Terebratelkalke
Hauptlager der Terebr. Ecki und der Beneckeia Buchi		
Liegende Dolomite (α u. β)	Konglomeratbank α u. β	Oolithbank α u. β
Röthmergel	Mosbacher Grenzschichten	Unterster Wellenkalk
	Röthmergel	Gelber Grenzkalk
		Röthmergel
	Myophorienbank	Myophorienschichten

wald fehlen sie vollständig. Außerdem aber ist die Beteiligung dolomitischer Schichten an der Zusammensetzung des Wellengebirges von Bedeutung. Im Meininger Gebiet haben wir durchweg kalkige Ausbildung. An der unteren Tauber beginnt die dolomitische Ausbildung nahe der unteren Grenze und steigt nach Süden zu in immer höhere Horizonte. Bei Freudenstadt sind sämtliche Schichten unter den Orbicularisschichten in dolomitisch-mergeliger Fazies ausgebildet. Die Grenzen der einzelnen Ausbildungsweisen sind aus der beigefügten Karte zu ersehen.

Zum erstenmal treffen wir typische Muschelkalkschichten in unserem Gebiet in den sog. Myophorienschichten der Meininger Gegend. In der Richtung auf Jena nehmen sie beständig an Mächtigkeit zu. Nach Süden werden sie immer weniger mächtig, gehen in dolomitische Schichten über und erscheinen bei Würzburg und Mosbach als dolomitisches Sandbänkchen mit marinen Fossilien (Myophorienbank). Im Schwarzwald ist von ihnen nichts mehr nachzuweisen. Darüber folgen wieder rote Mergel, die im nördlichen Vorland des Thüringer Waldes auskeilen, nach Süden aber beständig an Mächtigkeit zunehmen (bei Mosbach 10 m). Deshalb werden die in Rede stehenden Schichten nördlich des Thüringer Waldes schon zum Muschelkalk, südlich desselben aber noch zum Röth gezogen. Über den roten Mergeln beginnen die kalkigen bzw. dolomitischen Schichten des Wellengebirges.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß die untere Grenze keineswegs wie seither angenommen als gleichaltrig anzusehen ist. Sie steigt von Norden nach Süden in immer höhere stratigraphische Horizonte. Für eine Erklärung bieten sich zwei Möglichkeiten: 1. Wir fassen den Röth im ganzen Gebiet als gleichaltrige Bildung auf. Da nun der Muschelkalk im Süden erst später auftritt als im Norden, müßten wir für Süddeutschland, insbesondere fürs Schwarzwaldgebiet eine beträchtliche Sedimentationsunterbrechung zwischen Röth und Muschelkalk annehmen. Da aber von einer derartigen Lücke im Schwarzwald nichts nachzuweisen ist, so ist dieser Fall auszuschließen. 2. Röth und Muschelkalk folgen unmittelbar aufeinander. Daraus ergibt sich die bedeutsame Folgerung, daß der Röth des Schwarzwaldes und der unterste Wellenkalk in Thüringen als gleichaltrige Bildungen anzusehen sind. Röth und Muschelkalk stehen sich demnach nicht als dem Alter nach verschiedene Bildungen, sondern nur als zwei verschiedene Fazies gegenüber. Die Muschelkalkfazies transgrediert über die Röthfazies. Die weitere Frage ist nun die: Haben wir beide nur als zwei verschiedene marine Ausbildungsweisen zu betrachten, oder haben wir hier den Gegensatz zwischen kontinentaler und mariner Fazies?[1]) Die landläufige Meinung ist nun bis jetzt die einer marinen Entstehung des Röth. Grund dazu war das Auftreten der schon erwähnten Myophorienbank der Meininger und Mosbacher Gegend. Die marinen Fossilien weisen unzweifelhaft auf marine Entstehung hin. Anders verhält es sich dagegen mit den roten Mergeln. Noch nie wurde bis jetzt in ihnen ein marines Fossil gefunden. Alles spricht gegen eine meerische Bildung: die rote Färbung, die gleichmäßige Ausbildung über große Gebiete, das Fehlen einer deutlichen Schichtung. So kommt denn auch M. Schmidt zu dem Ergebnis, daß für die Röthbildung des Schwarzwaldes eine regional wirkende Ursache angenommen werden muß. Er denkt an äolische Bildung analog der Lößbildung. Für andere Gebiete müssen wir aber ebenso sicher eine Entstehung unter Wasserbedeckung annehmen. Wir sind noch weit entfernt, im einzelnen die verschiedenen Möglichkeiten der Röthbildung angeben zu können. Wie dem auch sei, sicher scheint mir, daß nur kontinentale Entstehung in Betracht kommt. Röth und Muschelkalk stehen sich demnach als kontinentale und marine Fazies gegenüber. Noch deutlicher wird das Verhältnis beider, wenn wir

[1]) Kontinental im Sinne von Penck (lakustrisch + lagunär + fluviatil + subaerisch).

die Kreise etwas weiter ziehen. In Nordfrankreich und England fehlt der Muschelkalk vollständig; er ist dort durch rote bzw. bunte Mergel ersetzt.

Nach diesen Erörterungen erscheint uns die Myophorienbank in anderem Lichte. Sie stellt eine vorübergehende, nur kurz währende Überflutung dar, die bald wieder in einen Rückzug des Meeres übergeht. Die Kontinentalbildungen dringen bis über den Thüringer Wald hinaus vor, bis dann der endgültige Vorstoß des Muschelkalkmeeres erfolgt. Langsam dringt das Meer von Nordthüringen wieder nach Süden vor. Auch hier sind einzelne kleinere Schwankungen festzustellen, die sich durch das häufige Erscheinen von Konglomeratbänken im untersten Wellenkalk anzeigen. Dann erfolgt die Überflutung des Mosbacher Gebietes. Es kommt zur Bildung der Mosbacher Grenzschichten. Zur Zeit der Oolithbank α in Thüringen wird das Schwarzwaldgebiet unter Wasser gesetzt, und zwar läßt sich die entsprechende untere Bank (α) der liegenden Dolo-

Mächtigkeitskurven des Wellengebirges.
Auskeilen des untersten Wellengebirges (Schichten unter der Oolithbank α, Mosbacher Grenzschichten).
Auskeilen der unteren Terebratelbank (mit Terebratula vulgaris).
Auskeilen der unteren Schaumkalkbank.
Auskeilen der mittleren Schaumkalkbank.
Oo β Oolithbank β. U. T. Untere Terebratelbank.

Maßstab 1 : 2 000 000.

mite noch weit südlich von Freudenstadt nachweisen, so daß wir eine sehr rasche Transgression annehmen müssen, was nur denkbar ist, wenn sie sich über ein weitgehend eingeebnetes Gelände bewegte, so daß eine leichte Senkung genügte, um das ganze Gebiet unter Wasser zu setzen. Wie weit diese Transgression nach Süden ging, bedarf noch der näheren Untersuchung.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wollen wir uns nun mit der eigentlichen Paläogeographie des Wellengebirgsmeeres beschäftigen. Ich habe mich dazu eines Mittels bedient, das meiner Ansicht nach zur Klärung paläogeographischer Fragen noch lange nicht genug gewürdigt wird, der Mächtigkeitskurven. Bei genügender Vorsicht ergeben sie in Verbindung mit Längsprofilen die genauesten Daten über die Geographie der Meere der Vorzeit. Allerdings darf hier nicht ohne weiteres die Mächtigkeit proportional der Meerestiefe gesetzt werden; denn es ist ja eine bekannte Tatsache, daß die Stärke der Sedimentation nach der Tiefsee allmählich abnimmt. In unserem Falle erhalten wir aber dadurch, daß die Muschelkalkfazies in den beckentieferen Teilen früher einsetzt, im allgemeinen im Beckeninnern auch die größte Mächtigkeit der Schichten des Wellengebirges.

Die beigegebene Karte zeigt uns mit aller Deutlichkeit zwei Becken, die durch Barren mehr oder weniger voneinander getrennt sind. Im Norden haben wir das Meininger Becken, das vom größeren norddeutschen Gebiet durch zwei Barren teilweise abgeschlossen ist. Die eine geht vom bayrisch-böhmischen Massiv aus annähernd in der Richtung des heutigen Thüringer Waldes (Eisfelder Barre), die andere verläuft vom Rheinischen Schiefergebirge, vom Ardennenfestland aus in östlicher Richtung (Geisaer Barre). Im Süden liegt das Mosbacher Becken, das durch die Tauberbarre nach Norden fast vollständig abgeschlossen ist. Diese nimmt ihren Ausgang vom heutigen Ries, geht zunächst in der Richtung auf Würzburg zu, biegt aber dann nach Westen ab und überschreitet die untere Tauber. Das heutige Schwaben besaß dem Mosbacher Becken gegenüber eine erhöhte Lage, was wir schon bei den allgemeinen Betrachtungen feststellen konnten. Jedes dieser drei Gebiete ist durch eine eigene Fazies ausgezeichnet, deren Merkmale wir schon am Anfang feststellten. Für das Mosbacher Becken haben wir außerdem noch Beweise in den submarinen Rutschungen. Denn die gefalteten Schichten, die häufig auftreten („Wellenkalk"), die damit verbundene auskeilende Lagerung lassen sich am ungezwungensten in dieser Weise erklären. In vielen Fällen ließ sich die Richtung derselben festlegen; sie weisen nach dem Beckeninnern. Dieselben Züge lassen sich durch das ganze Wellengebirge nachweisen. Die Tauberbarre wurde schon früher durch G. Wagner für den Hauptmuschelkalk nachgewiesen (Barre v. Gammesfeld). Die absolute Höhenlage der einzelnen Gebiete unterliegt zwar beträchtlichen Schwankungen, wie sich aus den folgenden Ausführungen ergeben wird. Aber die morphologischen Einzelzüge des Untergrundes bleiben sich gleich.

Was zunächst die Schichten unter der Oolithbank α anbetrifft (unterster Wellenkalk in Thüringen, Mosbacher Grenzschichten), so ließ sich ihr Auskeilen nur auf kurzen Strecken wirklich beobachten; dagegen konnte ich mit Hilfe der Mächtigkeitskurven dieser Schichten und ihrer petrographischen Beschaffenheit die Linie des Auskeilens ziemlich genau festlegen (— · — · — · der Karte). Wir haben hier die Küstenlinie der Zeit vor der Transgression der Oolithbank α vor uns. Die südlichsten Ausläufer dieser Schichten fanden sich bei Durlach (bei Karlsruhe) als dolomitische Mergel und kristalline Dolomite mit Röthgeröllen, abgelagert in Erosionsfurchen im Röth. Das ganze schwäbische Gebiet bestand demnach zu dieser Zeit als Festland; die Tauberbarre ragte mindestens noch bis an die untere Tauber (Hochhausen) als Halbinsel ins Meer. Vergleichsweise sei hier angeführt, daß fast dieselbe Küstenlinie wieder zur obersten Muschelkalkzeit auftritt (fränkische Grenzschichten von G. Wagner).

Die nun folgende Zeit der Oolithbänke α und β führte zur teilweisen Überflutung der Tauberbarre und des schwäbischen Gebietes. Das Vorhandensein der Geisaer und der Eisfelder Barre ist durch das abweichende petrographische Verhalten dieser Bänke angedeutet. Sie erscheinen, ebenso wie der höher folgende Terebratelkalk, hier als kristalline Kalke, während sie im engeren Meininger Gebiet in oolithischer Ausbildung vorhanden sind. Nach Süden zu gehen sie bei Würzburg (Oolithbank α) oder südwestlich Würzburg (Oolithbank β) in Konglomeratbänke über. Als solche setzen sie sich in das Mosbacher Gebiet fort. Zwischen Tauber und unterem Neckar (Buchen) erfolgt der Übergang in Dolomitfazies. Im Schwarzwald erscheinen sie in den beiden Bänken der liegenden Dolomite wieder, die auch hier oft deutlich konglomeratische Ausbildung zeigen. Eine Besonderheit der Würzburger Gegend stellt der Sandglimmerkalk dar, der hier die Oolithbank β ersetzt. Als deltaähnliche Bildung ist er in unmittelbarem Anschluß an die Tauberbarre entstanden zu denken (vgl. die Karte). Derartige Sandeinschwemmungen von der Tauberbarre her wiederholen sich im Wellengebirge noch mehrmals; auch im mittleren Muschelkalk zeigen sie sich mit aller Deutlichkeit wieder.

Aus dieser Verteilung der petrographischen Ausbildung, ebenso aus der Mächtigkeit der darunterliegenden Schichten bis zur Röthgrenze müssen wir das Beckentiefste in der Meininger Gegend annehmen. Die Mosbacher Konglomeratbänke α und β erweisen sich durch die konglomeratische wie die dolomitische Ausbildung als Sedimente des flachsten Wassers. Dasselbe be-

weisen die Fossilien dieser Bänke. Von der reichhaltigen Fauna der Meininger Gegend, unter der besonders Terebratula Ecki und Beneckeia Buchi bemerkenswert ist, finden sich in der dolomitischen und konglomeratischen Ausbildung fast nur Encrinitenstielglieder. Nur als große Seltenheiten treten Terebratula Ecki und Beneckeia Buchi auch hier auf. Dafür stellen sich reichlich Wirbeltierüberreste ein. Die beiden Charakterformen des Thüringer Oolithhorizontes erscheinen also gleichzeitig im südlichen Gebiet, finden aber offenbar keine günstigen Lebensbedingungen. Im Schwarzwald treten sie in den folgenden dolomitischen Mergeln nur in spärlichen Exemplaren auf.

Mit dem Hauptlager der Terebratula Ecki und der Beneckeia Buchi bricht der Höhepunkt ihrer Entwicklung an. In ungezählten Exemplaren finden sie sich hier. Vom Schwarzwald aus erfolgt eine Besiedlung des Mosbacher Beckens, während um diese Zeit in Thüringer keine Spur mehr von ihnen zu finden ist. In den folgenden Schichten des Schwarzwälder Wellengebirges hält Beneckeia Buchi in einzelnen Exemplaren bis zum Horizont der Terebratula vulgaris an, Terebratula Ecki verschwindet schon wenige Meter über ihrem Hauptlager. Dafür tritt jetzt eine andere Form, Terebratula vulgaris, auf. Wir können noch heute den Weg, den sie eingeschlagen hat, genau verfolgen. In Thüringen taucht sie zum erstenmal häufig in den beiden Terebratelbänken auf. Von hier aus wandert sie über das Odenwaldgebiet (Michelstadt) nach der Pfalz und nach Lothringen, um dann von hier aus zum Schwarzwalde und weiter östlich vorzudringen (Geislingen b. Hall). Im Mosbacher Gebiet ist bis jetzt keine Terebratula vulgaris nachgewiesen (vgl. das Auskeilen der Terebratelkalke auf der Karte). Der Grund liegt meines Erachtens darin, daß, wie es auch G. Wagner für den Hauptmuschelkalk nachweist, diese Form gegen das Beckentiefere verschwindet. Wir hätten demnach nunmehr das Gebiet des tiefsten Meeres im Mosbacher Becken zu suchen, eine Ansicht, die durch die nachher zu besprechende Ausbildung der Orbicularisschichten bestätigt wird. Viel umstritten ist die Altersstellung des Schwarzwälder Terebratelhorizontes im Verhältnis zum Thüringer Terebratelkalk. Durch das Mosbacher Gebiet ist ein Vergleich nicht möglich. Dagegen stellt sich bei einer Verfolgung der Profile über den Odenwald (Michelstadt), die Pfalz und Lothringen klar heraus, daß der Schwarzwälder Terebratelhorizont zeitlich etwas später einzureihen ist als der Thüringer Terebratelkalk. Auf Einzelheiten einzugehen verbietet mir der zur Verfügung stehende Raum.

Als einer der wichtigsten Leithorizonte folgt die Spiriferinabank. Nachdem ich sie nun auch am Nordostrande des Schwarzwaldes, wo sie E. Fraas nicht fand und ebenso in württembergisch Franken nachgewiesen habe, ist sie im ganzen Gebiet als durchgehend anzusehen. Bemerkenswert ist vor allem die Fossilverteilung. Im südlichen Gebiet bis nördlich Würzburg führt sie überall Spiriferina fragilis und Spiriferina hirsuta. Bei Meiningen verschwinden beide Formen. Es finden sich hier Stielglieder von Pentacriniten (Pentacrinusbank). Nachdem sich die Crinoiden im untersten Wellenkalk überall als Bewohner der flachsten Meeresteile erwiesen haben, müssen wir auch in diesem Falle für das Meininger Gebiet Flachmeer annehmen. Das Beckentiefste befand sich im südlichen Teile, im Mosbacher Becken. Dieselben Verhältnisse sind uns schon bei der Betrachtung über das Vorkommen von Terebratula vulgaris entgegengetreten.

Mit den Schaumkalken beginnen im Mosbacher und Meininger Gebiet die Schichten der Myophoria orbicularis. Mit Rücksicht auf die Schwarzwälder Verhältnisse, wo diese Form aber erst über den dem Schaumkalkhorizont äquivalenten Schichten einsetzt, möchte ich die Bezeichnung „Orbicularisschichten" nur für den über der oberen Schaumkalkbank folgenden Schichtkomplex anwenden. Im Gebiet der Meininger Fazies sind es drei Bänke, die ursprünglich überwiegend oolithisch, durch sekundäre Vorgänge die bezeichnende schaumig-poröse Struktur angenommen haben. Daneben beteiligen sich reichlicher Muscheldetritus und Crinoidenstielglieder an der Zusammensetzung der Bänke. Stellenweise tritt an Stelle der oolithischen Ausbildung der oberen Bank ein eigenartiger Sinterkalk (Seesinter oder Stromatolith von O. M. Reis), besonders in der Umgebung der Tauberbarre. Die Mächtigkeit der Schaumkalke nimmt, wenn man von den allerdings sehr starken lokalen Schwankungen absieht, von Meiningen aus gegen Würzburg ab. In der Umgebung der Tauberbarre erfolgt dann wieder ein rasches Anschwellen. Besonders gilt dies für die obere Bank, die in der Regel sonst nur wenige Dezimeter stark ist, im Südwesten dieser Barre aber plötzlich bis über 4 m Mächtigkeit anschwillt (im Strömungsschatten der Barre). In der Richtung auf Mosbach zu nimmt die Mächtigkeit rasch ab, die Oolithstruktur tritt zurück, der Muscheldetritus wird vorherrschend. Zunächst keilt die mittlere Bank aus (· · · · · · · · der Karte), die obere und untere Bank lassen sich bis zum Nordrand des Schwarzwaldes verfolgen und keilen dann auch aus (— — — — — der Karte). Vor dem Auskeilen gehen sie in kristallinen Kalk über. Zugleich machen sich Anzeichen einer starken Aufarbeitung des Untergrundes in Form plattiger, großer Wellenkalkbruchstücke bemerkbar. Die ganze Art der Ablagerung macht die Annahme einer Anschwemmung der Detritusmassen aus nördlicher bis nordöstlicher Richtung wahrscheinlich. Die oolithische Ausbildung im größten Teil des Thüringer Gebietes verlangt die Annahme eines seichten Meeres. Die häufig vorkommende Diagonalschichtung, die breiten Wellenfurchen auf der Oberfläche der Schaumkalkbänke, die Dickschaligkeit der Mollusken deuten auf

kräftige Meeresbewegung. Die Richtung der Strömung wird durch das starke Anschwellen der oberen Bank im Südwesten der Tauberbarre (im Strömungsschatten) angezeigt. Sie ging etwa von NNO nach SSW. Derartige Anschwemmungen von Detritusmassen müssen gegen das Beckentiefere zu allmählich nachlassen und verschwinden, wodurch das Auskeilen der Bänke im Mosbacher Becken verständlich wird. Für dieses Becken selbst ergeben sich aus dem Auskeilen der mittleren Schaumkalkbank, ebenso aber aus den Mächtigkeitskurven Anzeichen einer submarinen Schwelle (Boxberger Schwelle), die ein Teilbecken in der Gegend der mittleren Tauber (Mergentheim, Lauda) vom eigentlichen Mosbacher Becken abtrennt. Was wir also schon aus dem Vorkommen von Terebratula vulgaris, aus der Fossilverteilung der Spiriferinabank geschlossen haben, wird hier bestätigt: das Gebiet des tiefsten Meeres, das sich im unteren Wellengebirge bei Meiningen befand, hat sich ins Mosbacher Gebiet verschoben. Noch deutlicher wird dies bei Betrachtung der Orbicularisschichten. Im allgemeinen sind sie kalkig ausgebildet. Dazwischen stellen sich untergeordnet einzelne dolomitische Lagen ein. Die Grenze gegen den mittleren Muschelkalk wird im allgemeinen da gezogen, wo die ersten dickbankigen Dolomite einsetzen. Von vornherein ist zu betonen, daß diese Grenze keine stratigraphische, sondern nur eine Faziesgrenze darstellt. Sie rückt nach Norden zu in immer tiefere Horizonte. In Norddeutschland reicht die Dolomitfazies bis zur oberen, teilweise sogar bis zur mittleren Schaumkalkbank hinab, so daß die den Orbicularisschichten entsprechenden Schichten zum mittleren Muschelkalk gezogen werden. Entsprechend schwellen die kalkigen Schichten nach Süden zunächst an (Meiningen, Würzburg). In der Umgebung der Tauberbarre fehlen sie wieder vollständig (Hochhausen, Hardheim). Im Mosbacher Gebiet erreichen sie ihre größte Mächtigkeit (bis zu 15 m), im Schwarzwald finden wir 8—10 m und an der Schweizergrenze wieder 15 m.

Durch welche Ursachen wird nun dieser Sedimentationsumschlag an der oberen Grenze von kalkigen zu dolomitischen Sedimenten bedingt? Für Dolomitbildung wird im allgemeinen Flachmeer und höhere Temperatur als Bedingung angegeben. Wir können demnach als Ursache entweder tektonische Vorgänge, Hebung des Gebietes, oder aber klimatische Änderungen, Erhöhung der Temperatur annehmen; möglicherweise können beide Faktoren zusammengewirkt haben. Im einen wie im anderen Fall wird aber die Bildung dolomitischer Sedimente zunächst in den flachsten Meeresteilen beginnen und von hier aus allmählich nach den beckentieferen Teilen fortschreiten, während die Kalkbildung hier länger anhält. Auf diese Weise bekommen wir in der Mächtigkeit der kalkigen Fazies der Orbicularisschichten einen Maßstab für die Tiefenverhältnisse. Das tiefste Meer bestand demnach im Mosbacher Gebiet. Die Tauberbarre zeigt sich deutlich im Fehlen der kalkigen Schichten an. Von Würzburg aus in der Richtung auf Meiningen verflachte sich das Meer allmählich und besaß in ganz Norddeutschland nur geringe Tiefe. In südlicher Richtung weisen die 8—10 m mächtigen kalkigen Schichten auf verhältnismäßig tiefes Meer. Die Zunahme der Tiefe gegen das Schweizer Gebiet deutet möglicherweise auf eine Verbindung des germanischen Wellengebirgsmeeres mit dem Mittelmeergebiet. Denn zusammen mit dem Vorkommen von wellenkalkähnlichen Gesteinen in Ligurien (Tornquist), dem Vorhandensein einer ziemlich reichhaltigen Fauna im Schwarzwaldgebiet im Gegensatz zu Mittel- und Norddeutschland deutet das Erscheinen der für den oberen Muschelkalk typischen Terebratula vulgaris und Gervilleia socialis (M. Schmidt), die sonst dem Wellengebirge fehlen, auf eine neue Meeresverbindung. Wenn irgendeinmal zur Wellengebirgszeit eine Verbindung mit dem Mittelmeergebiet bestand, so ist diese in der Zeit der Orbicularisschichten anzunehmen.

Wenn wir nun noch einmal rückblickend die allgemeinen Verhältnisse der Wellengebirgszeit überschauen, so können wir für das untere Wellengebirge das Meininger Becken als das Gebiet des tiefsten Meeres betrachten. Von der Zeit der Terebratelkalke ab rückt dieses in das Mosbacher Becken. Diese Senkung ergreift in der Zeit der Orbicularisschichten auch das Schwarzwaldgebiet, während Mittel- und Norddeutschland sich in aufwärtiger Bewegung befinden, bis diese Hebungswelle gegen Schluß der Wellengebirgszeit auch die südlichen Gebiete ergreift und wahrscheinlich wieder zu einer Unterbrechung der kurz vorher geschaffenen Verbindung mit dem Mittelmeergebiet führt. Damit sind nun die Bedingungen zur Entstehung des mittleren Muschelkalks, des Salzgebirges gegeben. Wir haben hier also eine von Meiningen aus in der Richtung auf Mosbach vorschreitende Verbiegungswelle anzunehmen, deren Achse etwa in der Richtung N 50°—55° W verläuft. Aus der Mächtigkeit der Schichten zwischen Terebratelkalk und Schaumkalk wie der Orbicularisschichten muß weiterhin eine zweite Verbiegungswelle angenommen werden, deren Achse etwa senkrecht zur Achse der ersten Bewegung steht. Sie tritt nicht mit derselben Deutlichkeit in Erscheinung, wird aber dann im oberen Muschelkalk von ausschlaggebender Bedeutung. Die Regression des Muschelkalkmeeres, die G. Wagner gegen Ende der Muschelkalkzeit feststellte, ist einer Rindenbewegung zuzuschreiben, die sich um dieselbe Achse vollzog. In manchen Fällen allerdings sind beide Bewegungen schwer auseinanderzuhalten, da sie sich kombinieren und so eine näherungsweise ostwestlich gerichtete Bewegungsachse vortäuschen. Daß beide aber als gesonderte Vorgänge aufzufassen sind, erhellt ohne weiteres

daraus, daß sie nicht zu gleicher Zeit einsetzen. Die erste Bewegung muß mindestens vor der Zeit der Terebratula vulgaris in Erscheinung getreten sein; die zweite Verschiebung setzt erst etwa zur Zeit der Spiriferinabank ein. Da beide Richtungen innerhalb der üblichen Grenzen liegen, so kann man auch hier von varistischer und herzynischer Richtung sprechen.

Zum Schlusse möchte ich noch einmal auf das eigenartige Verhalten der unteren Grenze des Wellengebirges hinweisen. Wir konnten feststellen, daß sie von Norden nach Süden in höhere Horizonte aufsteigt, mithin im Süden einem späteren Zeitpunkt angehört als im Norden. Die innerhalb der germanischen Trias wichtigste Grenzlinie genügt also den Bedingungen nicht, die wir nach landläufiger Meinung an eine Formationsgrenze stellen können. Die Formation ist vor allem ein zeitlicher Begriff. Wir verstehen im allgemeinen darunter die während eines bestimmten Zeitraums gebildeten Sedimente. Bei dieser Auffassung müßten wir entweder Teile des Buntsandsteins (Röth) noch zum Muschelkalk oder aber das Wellengebirge unter der Oolithbank α zum Buntsandstein rechnen, was aber im Hinblick auf die Formationsnamen ein Unding ist. Es bleibt nichts anderes übrig, als die Bezeichnungen „Buntsandstein" und „Muschelkalk" im alten Umfange bestehen zu lassen, wobei aber zu beachten ist, daß darunter kein zeitlicher, sondern nur ein rein fazieller Begriff zu verstehen ist. Wir können zwar rein theoretisch eine ideale gleichzeitige Grenze zwischen beiden Formationen annehmen. Aber diese Zeitgrenze und die wirkliche Formationsgrenze schneiden sich unter schiefem Winkel. Wie weit diese Beobachtungen für andere Formationsgrenzen zutreffen, bedarf noch genauer stratigraphischer Untersuchungen.

Der Köderwurm.

Von **Hermann Lechler.**

(Aus dem Zoolog. Institut der Technischen Hochschule in Stuttgart.)

[Nachdruck verboten.]

Mit 4 Abbildungen.

Wenn man an der Nordsee zur Ebbezeit über den Sandstrand geht, der bei der Flut vom Meere bedeckt ist, sieht man im Sande oft kleine Trichter von etwa 3 cm Durchmesser und nahe dabei kleine Häufchen aus Sand, ähnlich den bekannten aus Erde bestehenden Exkrementen des Regenwurms. Der Trichter und das Exkrementenhäufchen bezeichnen die beiden Enden einer hufeisenförmigen Röhre im Sand, welche die Wohnung des Köderwurmes (*Arenicola piscatorum* Lam. = *A. marina* L.) ist. Die Röhre geht etwa einen halben Meter tief, und man kann den Wurm leicht mit einem Spaten herausgraben. Wie schon sein Name besagt, wird er als Köder an die Angel benutzt. Da er leicht zu beschaffen ist, kann er bei zoologischen Übungen als lehrreiches Beispiel für die Meeresanneliden benutzt werden.

Was die systematische Stellung betrifft, gehört die Familie der Arenicoliden zu den Borstenwürmern (Chätopoden) und steht bei den Vielborstern (Polychäten) in der Mitte zwischen den freischwimmenden (Errantia) und den festsitzenden (Sedentaria). Nach der Lebensweise könnte man die Arenicoliden zu den festsitzenden Borstenwürmern rechnen, aber sie besitzen noch den Kopflappen, welcher bei den Sedentarien rudimentär geworden ist; sie werden deshalb oft mit den Errantien zu einer Gruppe zusammengezogen (Phanerocephala).

Wie bei allen Ringelwürmern (Anneliden) ist der Körper segmentiert, aber die äußere Ringelung entspricht hier nicht der inneren Gliederung, wie dies beim Regenwurm der Fall ist, sondern es kommen mehrere Ringel auf ein Segment. Die innere Gliederung ist äußerlich aus den die Borsten tragenden Stummelfüßen (Parapodien) zu erkennen, aber diese sind an manchen Segmenten rudimentär geworden und an vielen ganz verschwunden.

Man muß an dem Körper drei Teile unterscheiden; der erste wird von dem Kopflappen und den folgenden Segmenten gebildet, welche Stummelfüße mit Borsten, aber keine Kiemen tragen. Der zweite Teil umfaßt die Kiemenregion, dreizehn Segmente, bei welchen an den Stummelfüßen verzweigte Kiemen vorhanden sind, dann folgt der dünnere aus zahlreichen Segmenten bestehende Schwanzteil, welcher keine Stummelfüße erkennen läßt. Die Abb. 1 stellt das ganze Tier dar; sie ist der Monographie von Ashworth entnommen, in welcher auch der innere Bau genau beschrieben ist.[1])

Bei dem abgebildeten Tiere ist der Rüssel (Pharynx) ausgestülpt, welcher zum Bohren im Sand und zum Aufnehmen des Sandes dient, der den Darm erfüllt. Am Grunde des Rüssels sieht man den kleinen dreiteiligen Kopflappen (Prostomium), welcher das Vorderende des Tieres darstellt; er kann in eine Nackengrube zurückgezogen werden und ist daher nicht immer sichtbar.

Die borstentragenden Segmente des vorderen Körperabschnittes zeigen zwei bis fünf Ringel, von welchen jeweils das vorletzte die Fußstummel mit den Borsten trägt (Abb. 1); die Segmentgrenze liegt also hinter demjenigen Ring, der auf den borstentragenden folgt. Aber am Vorderende

[1]) J. H. Ashworth, Arenicola, London 1904. Liverpool Marine Biology Committee. Memoirs on Typical British Marine Plants and Animals.

macht die Erkennung der Segmentierung einige Schwierigkeiten. Im allgemeinen kommt bei den Borstenwürmern nach dem Kopflappen das Mundsegment, dann das erste borstentragende Segment. Das trifft bei Arenicola auch zu, läßt sich aber nur beim jungen Tier deutlich erkennen, bei welchem auf den kegelförmigen Kopflappen ein aus zwei Ringeln bestehendes Mundsegment (Peristomium) und dann ein aus zwei Ringeln bestehendes borstentragendes Segment folgt. Die Borsten dieses Segmentes sind aber rudimentär und gehen verloren; folglich ist das erste borstentragende Segment bei dem abgebildeten Tier in Wirklichkeit das zweite Segment nach dem Mundsegment; es besteht nur aus zwei Ringeln, dem borstentragenden und dem folgenden Ringel.

Die meisten Polychäten besitzen an jedem Segment jederseits zwei Fußstummel (Parapodien), einen dorsalen und einen ventralen (Notopodium und Neuropodium). Bei Arenicola ist nur die dorsale Reihe gut ausgebildet und mit kräftigen Borsten versehen. Die ventralen Fußstummel sind rückgebildet und stellen nur wulstige Erhöhungen dar, die an manchen Segmenten ventralwärts bis zur Mitte der Bauchseite reichen; sie besitzen jeweils eine mittlere Furche, in der zahlreiche kleine Borsten stehen.

Bei vielen Polychäten geht aus dem Tastfaden (Cirrhus) des dorsalen Parapodiums eine Kieme hervor. So findet man auch bei Arenicola an dem siebenten borstentragenden Fußstummel und an denjenigen der 12 folgenden Segmente jeweils eine verzweigte Kieme, bestehend aus ungefähr 10 Stämmen, die je 3—5 Paare von Nebenzweigen tragen. Die Kiemen sind in der mittleren Kiemenregion am besten ausgebildet. Es ist anzunehmen, daß der Wurm durch peristaltische Bewegungen eine Wasserbewegung in seiner Röhre hervorbringt, damit frisches Wasser an die Kiemen kommt.[1]) Die Kiemen enthalten nicht nur Blutgefäße sondern auch Ausbuchtungen der Leibeshöhle, so daß also auch der Cölomflüssigkeit eine respiratorische Funktion zukommen kann.

Der Schwanz besteht aus einer großen Anzahl von Ringen, die nach hinten zu breiter werden; es rührt dies daher, daß die Wachstumszone des Schwanzes sich an der Ansatzstelle befindet. Der Wurm kann auch ohne Schaden Schwanzglieder verlieren und stoßt bei heftiger Reizung solche ab. Nach hinten zu teilen sich die einzelnen Segmente auch wieder in mehrere Ringel. Der After liegt am Ende des Körpers.

Das Tier ist bedeckt von einem Zylinderepithel, der Oberhaut, welche mit einer „Cuticula" überzogen ist, die als Abscheidung der Schleimzellen der Oberhaut angesehen wird. In der Oberhaut stehen Sinneszellen. In den Zellen der

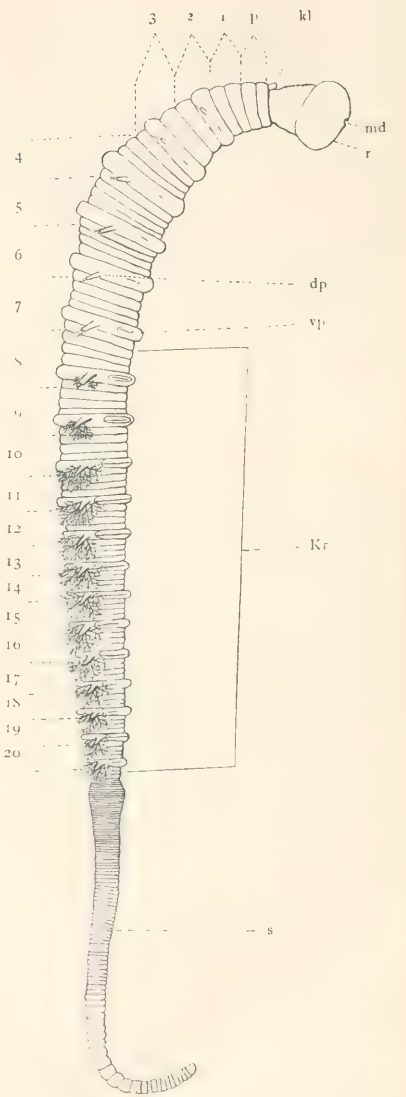


Abb. 1.
Arenicola piscatorum mit ausgestülptem Rüssel. Nat. Größe. Altes Tier. Nach Ashworth; etwas geändert.
md Mundöffnung; r Rüssel; kl Kopflappen (Prostomium); p Mundsegment (Peristom); 1 borstenloses Segment; 2–7 borstentragende Segmente; 8—20 Kiemensegmente; dp dorsales Parapodium, Notopodium mit Borstenbüschel; vp ventrales Parapodium, Neuropodium; Kr Kiemenregion; s Schwanz.

[1]) Professor Ziegler teilte mir mit, daß er auf Norderney einen Köderwurm in ein U-förmiges mit Wasser gefülltes Glasrohr brachte und daß dann die Oberfläche des Wassers an der Mundseite fiel, während das Wasser an dem anderen Ende der Röhre überfloß.

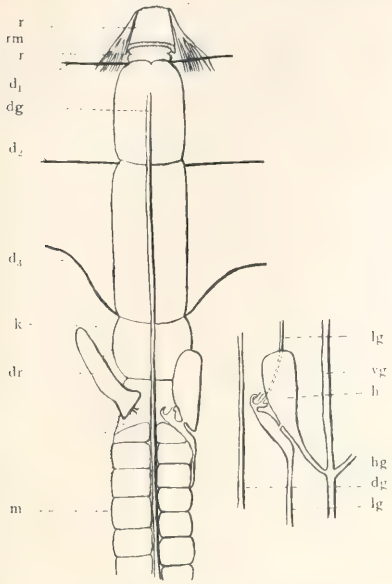


Abb. 2a. Abb. 2b.

Abb. 2a. Vorderer Teil des Darmkanals.
Abb. 2b. Schema des Herzens; entspricht der rechten Seite der Abb. 2a.
p Rüssel (aufgeschnitten); rm Rückziehermuskeln des Rüssels; r der beim Ausstülpen vorderste Teil des Rüssels; d_1, d_2, d_3 1., 2. u. 3. Dissepiment; dg Rücken-, lg Seitengefäß, vg Bauchgefäß; k Kropf; dr gestielte Drüse (auf der anderen Seite ist die Drüse entfernt); h Herz; auf der anderen Seite der Abb. 2a nur angedeutet.

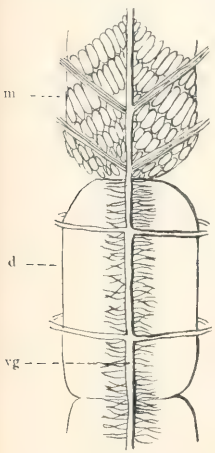


Abb. 3. Übergang vom Magen (m) zum Darm (d), Ansicht von der Bauchseite. vg Bauchgefäß.

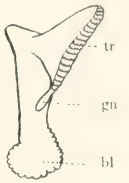


Abb. 4. Segmentalorgan, Nephridium. tr Nephrostom. gn Gonade. bl Harnblase. (Nach Ashworth.)

Oberhaut sind braune Pigmentkörner enthalten; durch das Pigment werden ziemlich regelmäßig angeordnete dunkle Platten erzeugt, von denen es ein oder zwei Reihen auf einem Ringel gibt; daher rührt auch die dunkle Färbung der Tiere, besonders im vorderen und im Schwanzteil.

Unter dem Epithel liegen die Ringmuskelschicht und darunter die Längsmuskeln. — Das Bauchmark liegt an der Innenseite der Ringmuskelschicht, und man bemerkt an der ganzen Bauchseite des Wurmes median eine Rinne, welche den Verlauf des Bauchmarks bezeichnet. Diese Rinne teilt sich am 1. Ring des borstenlosen Segmentes, und die beiden Teilrinnen, welche den Verlauf der Schlundkommissur angeben, laufen um den Körper herum und führen zu dem zweiteiligen Gehirn, welches in dem Kopflappen liegt. — Vom oberen Teil der Schlundkommissur geht jederseits ein kleiner Nerv zu der Statozyste, dem sog. Hörbläschen; diese liegt seitlich hinter dem Kopflappen in dem Mundsegment und ist durch eine Einstülpung des äußeren Epithels gebildet, bestehend aus einem am Grunde flimmernden Zuführungsgang und einer kleinen Blase, welche in Drüsensekret eingebettete Sandkörnchen und andere Fremdkörper als Statolithen enthält.

Um den inneren Bau des Tieres zu betrachten, schneidet man es entlang dem Rücken auf.

Der Darmkanal zieht sich in gerader Linie durch den ganzen Körper. Er beginnt mit dem obengenannten ausstülpbaren Rüssel oder Pharynx (Abb. 1r). Die ausgestülpte Oberfläche trägt eine Menge von kleinen, rückwärts gerichteten Höckern; ein folgender Teil des Rüssels, welcher in der Abbildung 1 am Vorderende zu sehen ist, ist nur mit kleineren Papillen besetzt, deren Epithel Sinneszellen und Schleimzellen enthält. Auf den Rüssel folgt die dünnwandige und ausdehnbare Speiseröhre, welche ungefähr bis zum sechsten borstentragenden Segment reicht. Der unterste Teil der Speiseröhre ist manchmal durch Sandfüllung kropfartig erweitert. Die Speiseröhre wird an dem Übergang zu dem folgenden Abschnitt, dem sog. Magen etwas enger, und hier setzen sich dorsal zwei große gestielte Drüsen an, welche neben der Speiseröhre nach vorn gehen (Abb. 2); sie besitzen im Innern Längsfalten zur Vergrößerung der sezernierenden Oberfläche. — Der Magen ist ein erweiterter Teil des Mitteldarmes; er ist von Blutgefäßen netzartig umgeben und geht im achten kiementragenden Segment in den Darm über.

Durch die sich in der Magenwand verzweigenden Blutgefäße erscheint diese ziemlich regelmäßig gefeldert (Abb. 3), während der Darm glatt ist. Außerdem gehen vom Bauchgefäß nach beiden Seiten hin Gefäßzotten ab, und zwar erst vom Beginn des Enddarmes an, wodurch die Unterscheidung von Magen und Darm noch deutlicher wird (Abb. 3). Im Magen und Darm be-

findet sich von dem dritten Kiemenring an an der Ventralseite eine flimmernde Rinne.

Von den Scheidewänden (Dissepimenten), welche die einzelnen Körperabschnitte voneinander trennen, haben sich im Vorderteil nur drei erhalten (Abb. 2). Die erste Scheidewand findet sich an der vorderen Grenze des ersten Borstenrings angebracht und umfaßt den Darmkanal hinter dem Rüssel am Beginn des Schlundes. Diese Scheidewand hat zwei kleine nach rückwärts gerichtete drüsenartige Anhänge auf der Bauchseite, die nach vorn münden; sie dienen wahrscheinlich zur Unterstützung der Rüsselausstülpung. Zwischen dem ersten und zweiten Borstenring ist keine Scheidewand vorhanden, dagegen zwischen dem zweiten und dritten, sowie dem dritten und vierten. Die Trennungswände der folgenden Segmente sind verschwunden bis auf kleine Reste in den letzten kiementragenden Segmenten. Im Schwanz sind die Abschnitte wieder durch Scheidewände getrennt. — Zwischen der ersten und zweiten Scheidewand zieht sich der Länge nach ein Aufhängeband vom Rücken zum Bauch hin, in dem der Magen und die Blutgefäße befestigt sind. Die vorderen Scheidewände sind von kleinen Öffnungen durchbrochen, durch welche die Körperflüssigkeit durchtreten kann.

Der Rüssel ist von einer muskulösen Scheide umgeben, deren Muskelbündel nach hinten gehend die erste Scheidewand durchbrechen und hinter dieser an der Körperwand befestigt sind (Abb. 2); sie dienen zum Zurückziehen des Rüssels. Die Muskulatur der Körperwand besteht aus einer äußeren Ringmuskelschicht und einer inneren Lage von Längsmuskeln. Von der dritten Scheidewand ab nach hinten bis zum After sieht man außerdem noch Quermuskeln von der Bauchmittellinie seitwärts bis zur Höhe der Borstenbündel gespannt.

Der Köderwurm hat rotes Blut, bestehend aus einer Hämoglobin enthaltenden Flüssigkeit, in welcher wenige farblose Blutkörperchen schwimmen. Die wichtigsten Blutgefäße sind wie beim Regenwurm das dorsale Blutgefäß über dem Darmkanal und das ventrale unter demselben. Wie bei allen Ringelwürmern strömt das Blut in dem dorsalen Gefäß von hinten nach vorn. Das ventrale Gefäß ist unter dem Darm mit vielen dünnen Ausstülpungen versehen (Abb. 3), welche mit braunen Chloragogenzellen überzogen sind. Neben dem Anfangsteil des Magens liegt jederseits eine kontraktile Blutblase, welche Herz genannt wird; sie nimmt aus einer Erweiterung des seitlichen Magengefäßes, die Vorhof genannt wird, das Blut auf um es in das ventrale Gefäß zu pumpen (Abb. 2b).

Die Harnorgane sind kurze Schleifenkanäle (Segmentalorgane), die mit einem großen länglichen krausenartigen Flimmertrichter (Nephrostom) beginnen (Abb. 4). Die Wimpern desselben schlagen einwärts in ein nach hinten verlaufendes einfaches Rohr, welches braune Exkretkörnchen in den Epithelzellen enthält. Diesem schließt sich eine Harnblase an, die durch eine kleine Öffnung im hinteren Teil eines Borstenrings seitlich nach außen mündet. Im ganzen sind nur sechs Paar Segmentalorgane vorhanden, welche dem 4.—9. borstentragenden Segment angehören. — An die Flimmertrichter der Segmentalorgane schließen sich die kleinen Gonaden an, die Keimstätten für die Eier bei den weiblichen Tieren und für die Samenzellen bei den männlichen Tieren (Abb. 4). Die Geschlechtszellen fallen in die Leibeshöhle, und die reifen Geschlechtsprodukte werden durch die Segmentalorgane entleert, deren Endblasen zur Zeit der Geschlechtsreife (im Februar und März) mit Eiern oder Samenzellen gefüllt sind. — Aus dem befruchteten Ei entsteht am dritten Tage eine freischwimmende Trochophora-Larve mit zwei Augenflecken und zwei Wimperringen, von welchen der eine vor dem Mund, der andere nahe am Hinterende sich befindet. Wie bei vielen anderen Meerestieren dienen die Larven der Verbreitung, indem sie von den Strömungen fortgeführt werden.

Einzelberichte.

Die lösliche Modifikation des Siliciums.

Moissan und Siemens haben im Jahre 1904 gefunden, daß kristallisiertes Silicium, das aus einem Silberregulus gewonnen wurde, bei der Behandlung mit Flußsäure bis zu einem geringen Rückstand von etwa 1 v. H. in Lösung geht. Da kristallisiertes Silicium im allgemeinen äußerst beständig ist und sogar als in Flußsäure unlöslich gilt, so schlossen sie auf eine besondere Modifikation des Siliciums, eine Erscheinung, die vielen, ja den meisten Elementen eigentümlich ist. Es sei an das graue und das weiße Zinn erinnert. Welcher Art das in Flußsäure unlösliche Silicium sei, ist von den genannten Forschern jedoch nicht näher untersucht worden, auch die Entstehungsbedingungen sind von ihnen nicht exakt festgelegt worden. In einer Mitteilung von W. Manschot[1]) wird zu diesen Fragen ein Beitrag geliefert. Zunächst konnte festgestellt werden, daß es experimentell äußerst schwer ist, ein kristallisiertes Silicium zu gewinnen, daß völlig flußsäurebeständig wäre. Auch die scheinbar bestkristallisierten Präparate gaben beim Abrauchen mit Flußsäure zunächst einen Gewichtsverlust, mußten also zum Teil in Lösung gegangen sein.

[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch. 54, S. 3107, 1921.

Sodann wurden die Versuche der erstgenannten Forscher nachgeprüft. Es wurde flußsäurebeständiges Silicium mit einem Überschuß von Silber im elektrischen Flammenbogen zusammengeschmolzen. Die Schmelze wurde durch Eingießen in Wasser zum Erstarren gebracht, und das Silber mit Salpetersäure herausgelöst. In der Tat entwickelte das zurückbleibende Silicium mit Flußsäure reichlich Wasserstoff, war also löslich darin.

Nun wurde jedoch beobachtet, daß der Grad der Löslichkeit nie derselbe war, sondern von der Art des Abkühlens der Schmelze abhing. Je rascher die Abkühlung vorgenommen wurde, um so löslicher war das Silicium. Das Abschrecken des geschmolzenen Siliciums ist also die Bedingung für seine Löslichkeit. Wenn man langsam erkalten ließ, gewann man das Silicium in der bekannten kristallisierten Form, die sich nicht in Flußsäure löste. Wichtig war sodann die von den älteren Forschern nicht erwähnte Tatsache, daß das abgeschreckte, also lösliche Silicium überhaupt nicht kristallinisch ist! Es ist vielmehr eine dunkel- bis hellbraun gefärbte Substanz, die unter dem Mikroskop deutlich amorph ist. Auch Aluminiumschmelzen gaben beim Abschrecken diese amorphe Modifikation, die sich somit nach Entstehungsweise und Formart den bekannten Allotropieerscheinungen völlig einfügt. Die als „kristallisiert" beschriebene lösliche Modifikation dürfte mithin aus der Literatur zu streichen sein. H. H.

Wirkung des Alkohols auf das Verhältnis von Weibchen und Männchen in der Nachkommenschaft.

Bei Säugetieren ist, wie aus triftigen Gründen angenommen werden muß, das männliche Geschlecht heterogametisch, während das weibliche homogametisch ist, d. h. es werden zweierlei Spermatozoen, Männchen- und Weibchenbestimmer in gleicher Menge, aber nur eine Art von Eizellen gebildet. Wenn sie rein nach dem Zufall in freiem Wettbewerb und die Eizelle kopulieren, ist das theoretische Verhältnis 1 : 1 in der Nachkommenschaft zu erwarten. Würde man aber einer Art der Spermatozoen einen Vorteil vor der anderen durch experimentelle Einwirkung verschaffen, so müßte dies in einer Verschiebung des normalen Zahlenverhältnisses in der Nachkommenschaft zum Ausdruck kommen. Agnes Bluhm[1]) hat im Kaiser-Wilhelm-Institut für experimentelle Biologie zu Berlin-Dahlem versucht, durch Alkoholisierung der Männchen der weißen Maus eine Verschiebung des normalen Geschlechtsverhältnisses herbeizuführen. Sie ging dabei von der Überlegung aus, daß der Alkohol entweder als Zellgift die beiden, bekanntlich durch verschiedenen Chromatingehalt ausgezeichneten Arten von Spermatozoen verschieden stark schädige, oder aber als Narkotikum etwa die Beweglichkeit der Spermatozoen verschieden stark beeinflusse, so daß entweder die eine oder die andere Art einen Vorsprung im Wettlauf nach dem Ei bekäme. Der Alkohol wurde den Männchen beigebracht, indem ihnen 0,2 ccm einer 20proz. Lösung unter die Rückenhaut gespritzt wurde. Diese Injektion hatte einen schweren Rausch zur Folge. Es wurden nun die Würfe, die von normalen, d. h. vorher niemals alkoholisierten Vätern, von Alkoholikern, d. h. solchen, die unter Alkoholwirkung standen und von Abstinenten, d. h. Mäusen, die vorher alkoholisiert, aber eine gewisse Zeit abstinent blieben, untersucht. Das natürliche Geschlechterverhältnis, wie es sich bei Auszählung hinreichend zahlreicher Nachkommen ergibt, stimmt mit dem theoretisch zu fordernden 1 : 1 aus nicht näher zu erörternden Gründen infolge sekundärer Momente meist nicht überein. Bei ihren Mäusen stellte die Verf. fest, daß auf 100 Weibchen 79,36 Männchen kommen. Sie berücksichtigte bei ihren Zählungen nur die vollständigen Würfe. Bei 67 vollständigen und vollbestimmbaren Würfen, die von alkoholischen Vätern stammten, ergab nun die Zählung 122,14 Männchen auf 100 Weibchen. Was nun die Abstinentenwürfe anlangt, so zeigten sie eine deutliche Tendenz zur Rückkehr zum normalen, natürlichen Geschlechtsverhältnis. Bei der Diskussion der Frage, in welcher Weise der Alkohol dies auffällige Resultat hervorgebracht habe, kommt die Verf. zu dem Schlusse, daß sehr wahrscheinlich die Beweglichkeit der weibchenbestimmenden Spermatozoen stärker herabgesetzt wurde, als die der männchenbestimmenden. Diese Auffassung wird durch Versuche von Cole und Davis[1]) gestützt, aus denen einmal hervorgeht, daß die Beweglichkeit der Spermatozoen verschiedener Individuen verschieden groß sein kann und daß sie außerdem durch Alkohol beeinflußbar ist. Wurde ein Kaninchen unmittelbar hintereinander von zwei Böcken belegt, so stammten die Jungen des Wurfes teils von dem einen, teils von dem anderen Bock. Dabei hatte der eine jedoch immer einen Vorsprung vor dem anderen. Das änderte sich aber, wenn dieser Sieger kurz vor dem Koitus mit Alkoholdämpfen behandelt wurde. Jetzt stammte unter den Nachkommen überhaupt keiner von ihm. Miehe.

[1]) Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wissensch. XXXIV, 1921, S. 549.

[1]) The effect of alcohol on the male germ cells etc. Science XXXIX, 1914.

Zur Analyse kolloider Systeme.

Die quantitative Analyse kolloider Lösungen ist bisher nicht bekannt gewesen. Zwar kennt man das Verfahren der Dialyse und der Ultrafiltration, die eine weitgehende Abtrennung des kolloid vorliegenden Stoffes von seinen Begleitern gestatten. Zu quantitativ verwertbaren Ergeb-

nissen reichen aber diese Methoden nicht aus. Immerhin war diese Lücke in der analytischen Chemie der Kolloide auffallend, und eigentlich erklärlich erscheint sie dem Berichterstatter nur durch die Jugend der Kolloidchemie im allgemeinen, die über der Fülle qualitativ neuartiger Erscheinungen und Beziehungen deren quantitative Seite ein wenig vernachlässigte. Nun ist jedoch eine messende Verfolgung der Vorgänge, die beispielsweise zu einer kolloiden Lösung hinführen, unerläßlich für Arbeiten, die mit ganz bestimmten Konzentrationen der dispersen Phase zu rechnen haben.

Ein solcher Fall liegt vor bei der Reduktion von Silbernitrat zu kolloidalem Silber mittels Hydrazinhydrats. Um den Mechanismus dieser Reduktion aufzuklären, bedarf es der Möglichkeit, die Menge unverändert gebliebenen Silbernitrats in jedem Zeitpunkt zu ermitteln. Dieses Ziel zu erreichen, ist A. Gutbier und seinen Schülern gelungen.[1]) In einer Reihe voraufgegangener Arbeiten hat Gutbier ermittelt, daß pflanzliche Schleime, z. B. aus isländischem Moos (Carragheen), in geeigneter Verdünnung vorzügliche Schutzkolloide sind, d. h. kolloidale Dispersionen vor dem Ausflocken bewahren.[2]) Auch bei der erwähnten Reduktionsmethode wurde Pflanzenschleim zur Stabilisierung des kolloidalen Silbers, das eine rein braune Farbe aufweist, benutzt. Des weiteren war gefunden worden, daß sowohl die benutzten Schleimstoffe wie die von ihnen geschützten Metallkolloide durch Alkohol in umkehrbarer Form gefällt werden können. Auf dieser Fällbarkeit des Dispersoids, die leicht wieder rückgängig zu machen ist, gründet sich die neue analytische Methode. Man fällt mit Alkohol das kolloidale Silber aus und titriert das unveränderte Silberion in gewöhnlicher Weise.

Die Schwierigkeit der Methode lag darin, daß das gefällte Kolloid naturgemäß eine Menge Silberionen mitriß. Aber auch dieser Erscheinung ließ sich begegnen, indem man das Ion in einen Komplex überführte. Als bestgeeignet erwies sich hierzu die Einwirkung von Ammoniumkarbonat; der mit diesem aus Silbernitrat entstehende Komplex wird von der alkoholischen Kolloidfällung nicht mitgefällt und entzieht so das Silberion der maskierenden Adsorption.

Konzentrationsverhältnisse, Wärme und sogar das Tageslicht nehmen auf die Genauigkeit der Bestimmung Einfluß. Man kann ihnen in vollem Umfang begegnen und kann dann die Arbeitsvorschrift kurz folgendermaßen ausdrücken: zur Lösung, die neben Silberion kolloides Silber enthält, wird ein Überschuß reinsten festen Ammoniumkarbonats gegeben, hierauf wird mit Alkohol gefällt, absitzen gelassen, filtriert und im Filtrat das komplex gebundene Silberion in der bekannten Weise nach Volhard titriert.

Die von Gutbier mitgeteilten Belegzahlen lassen erkennen, daß die Methode sehr gute Ergebnisse gestattet. Man hat also nunmehr ein ebenso elegantes wie sicheres analytisches Hilfsmittel in der Hand, kolloide Synthesen messend zu verfolgen. Für jeden, der sich über die Güte seiner diesbezüglichen Arbeiten Rechenschaft geben will, und dazu gehört nicht zuletzt der experimentierende Lehrer, der über Kolloide vorträgt, ist die Methode wertvoll. Darüber hinaus eröffnet sie der Kolloidchemie im allgemeinen neue reizvolle Möglichkeiten, bisher verworren gebliebene Vorgänge aufzuklären. H. H.

[1]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 55, S. 748, 1922.
[2]) Vgl. z. B. Kolloid-Zeitschr. 30, S. 20, 1922.

Eine Genossenschaft mazedonischer Pflanzen bei Aken an der Elbe.

Durch die Kriegsverhältnisse sind nicht wenige fremde Gewächse bei uns zur Ansiedlung gelangt. So hat u. a. die schon früher durch ihre Reichhaltigkeit bekannte Adventivflora von Aken a. d. Elbe während des Krieges einen weiteren recht bemerkenswerten Zuwachs erfahren. Auf den im Umschlagshafen von Aken aufgestapelten Chromeisenerzen aus den als Tagebau betriebenen Bergwerken von Radusche in Mazedonien zeigte sich nach dem Kriege ein reicher Flor von zumeist mazedonischen Gewächsen, deren genaue Kenntnis wir Paul Schuster und J. Bornmüller[1]) verdanken. Im ganzen wurden 31 neue Adventivpflanzen beobachtet, von denen hier nur die wichtigsten mazedonischen Arten genannt werden sollen. Besonders häufig fanden sich auf den Erzhalden die schön gelb blühenden *Alyssum murale* W. K. und *Achillea coarctata* Poir. Fast ebenso häufig waren *Centaurea micranthia* Gmel. und *Triticum villosum* M. B. Ihnen gesellten sich noch hin und wieder folgende gleichfalls unzweifelhaft mazedonische Arten bei: *Silene paradoxa* L., *Dianthus armeriastrum* Wolfner, *Trifolium dalmaticum* Vis., *Bupleurum aristatum* Bartl., *Calamintha patavina* Jacq., *Amarantus albus* L., *Pterotheca bifida* Vis. u. a. Hervorzuheben ist noch der Nachweis von *Scleranthus dichotomus* Schur var. *serpentini* (Beck) Bornm., einer Serpentinpflanze, die bisher nur von den sonnendurchglühten, pflanzenarmen Felswänden der Balkanhalbinsel bekannt war. Den veränderten Lebensbedingungen ist es sicherlich zuzuschreiben, wenn diese Abweichung, die auf dem den Erzen mitunter beigemengten Serpentingestein in nur einigen Exemplaren beobachtet wurde, Neigung zeigte, in die typische Form wieder überzugehen.

Daß sich auch nur einige dieser mazedonischen Pflanzen bei uns einbürgern könnten, ist kaum anzunehmen. Vielmehr dürften diese Fremdlinge nur vorübergehende, doch recht beachtenswerte

[1]) Vgl. Paul Schuster, Eine Genossenschaft mazedonischer Pflanzen bei Aken an der Elbe. Ferner J. Bornmüller, Über einen bemerkenswerten Fund aus der Adventivflora von Aken. Verhandl. bot. Ver. Prov. Brandenburg. 63. Jahrg., 1920/21.

Erscheinungen in unserem Pflanzenbestande darstellen. Sie sind uns ein lehrreiches Beispiel dafür, wie durch die kriegswirtschaftlichen Maßnahmen unsere Adventivflora beeinflußt worden ist. Entsprechende Untersuchungen ähnlicher Örtlichkeiten wären sehr erwünscht, damit wir ein klares und umfassendes Bild von der Einwirkung der Kriegsverhältnisse auf unsere Adventivflora gewinnen. E. Schalow (Breslau).

Ovarialcyclus und Uterus.

In einer Übersicht über „den Ovarialcyclus und seinen Einfluß auf die Veränderungen des Uterus“ [1]) stellt R. Schröder die gegenwärtig herrschende Anschauung auf diesem Gebiete dar. Da in weiten Kreisen noch wenig klare Vorstellungen über diese Fragen verbreitet sind, seien hier in Kürze die Hauptpunkte des Problems angegeben, wobei die oben genannte Arbeit als Grundlage dienen soll.

Die Gebärmutter muß, um den Anforderungen während der Schwangerschaft zu genügen, vorher einige Veränderungen durchmachen, die auf die Einbettung und Ernährung des Eies vorbereiten. Solche Veränderungen finden tatsächlich statt, nicht nur vor einer Schwangerschaft, sondern auch bei den allmonatlich erfolgenden Eireifungen — für den Fall, daß eine Befruchtung stattfindet. Mit diesen Veränderungen des Uterus stehen nun auch die Eireifungserscheinungen, der Ovarialcyclus, in engem Zusammenhang. Beim Menschen beginnt aller 28 Tage eine neue Eireifung, solange keine Schwangerschaft eintritt. Zunächst wächst nur das Ei, während die Follikelzellen an Größe zurückbleiben. Nach etwa 14 Tagen platzt der Follikel, wobei das Ei aus den Follikelzellen austritt. Die leere Follikelhülle bildet nun den sog. gelben Körper, der als Drüse mit innerer Sekretion angesprochen wird. Innerhalb 3—4 Tagen ist die neu entstandene endokrine Drüse fertig ausgewachsen. Die etwa haselnußgroße Drüse ist mit Fibrinmasse erfüllt und von einer Granulationsmembran umgeben. Die Granulosazellen bleiben 8—10 Tage in gutem Zustand, sie schrumpfen aber dann, wenn keine Befruchtung erfolgt ist, ein. Das Ei scheint einige Tage im Genitalschlauch frei zu leben und durch einen Hormonstrom den gelben Körper in Tätigkeit zu halten. Im Falle der Befruchtung bleibt das Corpus luteum noch mehrere Wochen tätig. Wird das Ei aber nicht befruchtet, verschwindet der gelbe Körper wieder. Das reifende Ei und sein Follikel wirken nun auf die Schleimhaut des Uterus. Die basale Schicht dieser Schleimhaut wird kaum von den Veränderungen betroffen; aus ihr entwickelt sich eine sekundäre Schicht, die den Umwandlungen in hohem Maße unterlegen ist, sobald die Eireifung beginnt. Zunächst zeigt diese Schicht, die sog. Funktionalis, rasch zunehmende Ausbreitung. Es fallen darin Drüsen, die zunächst noch keine Sekretionszeichen aufweisen, auf. Sobald der gelbe Körper jedoch in Tätigkeit tritt, „entstehen schleimartige Eiweißprodukte und Fett im Sinne einer Nährflüssigkeit für das zu erwartende Ei“. Die Umwandlungen, die außerdem — wie schon angedeutet — auf die Eieinbettung vorbereiten, bleiben während der Blütezeit des gelben Körpers bestehen. Gleichzeitig mit der Rückbildung des Corpus luteum zerfällt die Funktionalis. Aus der entstandenen Wundfläche tritt das Blut heraus, die Menstruation beginnt. Nach 3—4 Tagen ist die basale Schicht ausgeheilt, am 5. Tag nach der Blutung entsteht schon die neue Funktionalis; ein neues Ei beginnt zu reifen und übt mit seinem Follikel von neuem den geschilderten Einfluß auf die Uterusschleimhaut aus. Über die Zeitverhältnisse des Ovarialcyclus gibt Schröder sehr übersichtliche Angaben, die kurz wiedergegeben seien, da sie zur besseren Verständlichkeit des Gesamtvorganges beitragen. Wenn man den Cyclus vom 1. Tag der Menstruationsblutung ab rechnet, so findet vom 5. bis 14. Tag die Eireifung, Follikelreifung und damit die Funktionalisproliferation statt. Dann folgt in der Zeit vom 14. bis 16. Tag die Ovulation, vom 16. bis 28. Tag die Eireife, die Entstehung und Blüte des Corpus luteum und die Sekretionsphase in der Funktionalis. Im Falle der Befruchtung bleibt das Corpus luteum in Blüte, die Deciduaumwandlungen führen zur Eieinbettung; im Falle des Eitodes geht der gelbe Körper zurück, zugleich auch die Funktionalis. In der Zeit vom 1. bis 3. Tag folgt auf die Desquamation die Wundflächenreinigung der Basalis, am 4. und 5. Tag die Epithelialisierung. Darauf beginnt der neue Cyclus.

Die Ausführungen Schröders sind geeignet, dazu beizutragen, veraltete Anschauungen über den Ovarialcyclus (z. B. die, daß die Ovulation während der Menstruation stattfinde) zu beseitigen. Aus der Übersicht geht ferner klar hervor, daß die angedeuteten Beziehungen zwischen Eireifung und prägraviden Veränderungen des Uterus den Übergang bilden zu den gewaltigen Veränderungen, die schließlich der weibliche Körper während der Schwangerschaft durchmacht, wobei neben dem Ovarium sämtliche endokrinen Drüsen eine wesentlich veränderte Rolle zu spielen scheinen Gustav Zeuner.

[1]) Klinische Wochenschrift Nr. 9, 1. Jahrg., 1922.

Bücherbesprechungen.

Driesch, Hans, Das Ganze und die Summe. Rede, gehalten bei Antritt der ordentlichen Professur für Philosophie an der Universität Leipzig. Leipzig 1921, Em. Reinicke. 6 M.

Wer in den logischen und erkenntnistheoretischen Problemen der Naturwissenschaft nicht ganz unbewandert ist, findet in der vorliegenden kleinen Broschüre die kürzeste und klarste Darlegung derjenigen naturphilosophischen oder besser naturlogischen Probleme, die Driesch in seinem an Arbeiten und Ergebnissen reichen Leben beschäftigt haben, zugleich mit jenen Lösungen, die er zur Zeit für die richtigen hält. Der Zusatz „zur Zeit" soll unsere Bewunderung ausdrücken für die wirklich seltene Fähigkeit Drieschs, unter Wahrung der großen, sein Schaffen charakterisierenden Linie aus dem sog. Fortschreiten der Forschung zu lernen, seine Probleme und ihre Lösungen immer mehr zu klären und zu präzisieren und last not least unhaltbare Aufstellungen aufzugeben. So ist aus dem an Aristoteles orientierten Entelechiebegriff, der ursprünglich ohne Zweifel materiellen Charakter hatte, die rein logisch zu deutende Ganzheitskategorie geworden usw. Gleichwohl ist zu einer abschließenden Würdigung der reichen logischen Lebensarbeit Drieschs noch nicht die Zeit gekommen, an dieser Stelle auch nicht der richtige Ort. Durch seine scharfen Definitionen und seine Festlegung prinzipieller Grenzen hat er außerordentlich viel zur logischen und sachlichen Klärung naturwissenschaftlicher Probleme, besonders dem der Entwicklung und der theoretischen Biologie überhaupt, beigetragen, obschon seine Vorliebe gerade für „prinzipielle" Abgrenzungen ihn meines Erachtens oft hat über das Ziel hinausschießen lassen. Denn in der Natur, deren Beschreibung und Beherrschung doch die Naturwissenschaft ebenso wie ihre Logik leisten soll, gibt es keine prinzipiellen Grenzen. Das zeigt aufs schlagendste der neue Begriff des Raum-Zeit-Kontinuums in der modernen Physik. Wer hätte vor 2 Jahrzehnten es überhaupt für möglich gehalten, zwei so differente Qualitäten wie Raum und Zeit nicht nur logisch, wie man ja Kants bekannte Lehren deuten kann, sondern im Hinblick auf reales Naturgeschehen unter einen Hut zu bringen? In der Festlegung alles „Prinzipiellen" sollte man also überaus vorsichtig sein. Das beste wäre es, diesen Begriff überhaupt aus der wissenschaftlichen Diskussion zu verbannen. Infolgedessen wird man Drisch in seinem unermüdlichen „prinzipiell unmöglich", das er immer wieder den mathematisch orientierten Naturwissenschaften und ihrem Abkömmling in der Biologie, der Physiologie, entgegenschleudert, wenn sie immer aufs neue versuchen — und meines Erachtens mit immer wachsendem Erfolge! —, die Ganzheitsprobleme und die Evolution mit mechanistischen, d. h. im wahren Sinne eben mathematischen, physikalischen, chemischen und physiologischen Mitteln zu bewältigen, auf die Dauer kaum Gefolgschaft leisten. Wenn wir heute, wie die Tätigkeit Einsteins, Hilberts u. a. beweist, selbst in der doch als so fortgeschritten geltenden Physik die Newtone noch nicht entbehren können, dann ist es doch wohl reichlich unbillig, ihr Auftreten schon in der Biologie und Psychologie zu erwarten. Es wird wohl noch einige Zeit vergehen, ehe diese Wissenschaften dafür reif geworden sind, d. h. ehe sie mathematisch-axiomatsich darstellbar sind. Gleichwohl darf man darum das letzte Ziel doch nie aus den Augen verlieren, um so weniger, als wir doch sehr deutlich gerade an der Biologie sehen, daß sie dank der genialen Förderung, die sie sachlich und prinzipiell durch Roux und viele anderen großen Biologen unserer Tage, nicht zuletzt durch Driesch selbst erfahren hat, die logische Vorstufe jenes königlichen Weges der Wissenschaft, die der qualitativ-experimentellen Wissenschaft bereits erreicht hat. Man kann sich bei Driesch eben allzuoft nicht des Eindrucks erwehren, daß er die Probleme der Naturwissenschaft, besonders der organischen, unnötig kompliziert, aus übergroßer logischer Vorsicht einen Popanz aus ihnen macht, von dem sich dann wohl mit Recht behaupten läßt, daß er mechanistisch unauflösbar ist. —

Driesch stellt nun in dem uns vorliegenden Vortrag an die verschiedenen stufenartigen Abwandlungen der „Natur- und Seelengegenstände" immer wieder die drei bedeutungsvollen Fragen: 1. Bloße Summe oder Einheit? 2. Nur Einheit oder Ganzheit? 3. Ganzheit mit nur Kumulation oder mit evolutivem Werden? Während nun der Referent in einer hier früher erschienenen Arbeit (diese Zeitschr. 1920, Nr. 50) den Gedanken der Stufenfolge der Probleme der verschiedenen Naturwissenschaften von der Physik bis zur Soziologie benutzte, um das langsame Vordringen der mechanistischen Idee zu demonstrieren, kommt Driesch hier überall zu dem entgegengesetzten Resultat, daß das Verfahren der bloßen „Summe", als welches er alles Mechanistische charakterisiert, in keinem Falle genügt, unsere Probleme befriedigend zu lösen. Die Rationalität, die die mathematische Erkenntnis in ihrer Anwendung auf die Naturwissenschaft bietet, erkennt Driesch als solche zwar an, billigt ihr aber nur einen untergeordneten Rang zu. Als höchst mögliche Form der Rationalität erscheint ihm jene, die „die Geschichte der großen Schauungsakte wissenschaftlicher, künstlerischer, ethischer und religiöser Aufgaben" zu bieten imstande ist. Es handelt sich, wie man sieht, um das, was man metaphysisches Erkennen oder Erleben zu nennen gewohnt ist. „Möchten die, so schließt Driesch seine Darlegungen, welche noch immer das summenhafte Erfassen als das letzte Ziel preisen, wenigstens zugeben, daß sie sich am Grunde, wenn auch in wunderbarer Klarheit, nur auf der untersten Stufe der Rationalität bewegen, und daß sie andererseits noch nie eine Auflösung der Ganzheitsprobleme mit ihren Mitteln wirklich auch nur einigermaßen erreicht haben." Da können wir nun freilich nicht mehr mit, wir sind im Gegenteil überzeugt, dieses Ziel schon oft erreicht zu haben und noch oft erreichen zu

werden, sowie davon, daß es eine höhere Rationalität als die, die die Mathematik vermittelt, überhaupt nicht geben kann, sowie endlich, daß alle Metaphysik, wie wir auch an Driesch zu sehen glauben, unbedingt in der Mystik endet, von der wir überzeugt sind, daß sie die Selbstvernichtung aller Rationalität bedeutet, die Verkehrung in ihr Gegenteil.

Doch, hier liegen wohl schließlich schlechthin unvereinbare wissenschaftliche Glaubensbekenntnisse vor, die sich nur durch die wissenschaftliche Arbeit selbst auf die Dauer werden beweisen oder widerlegen lassen. Im übrigen können sie nichts Besseres tun, als durch gegenseitige Kritik voneinander zu lernen, sich so zu fördern und in allem anderen sich mit jener aufrichtigen Hochachtung, die allem echten Forschen zukommt, zu begegnen. Adolf Meyer.

Lundborg, Dr. Hermann, Rassenbiologische Übersichten und Perspektiven. Jena 1921, G. Fischer. 6 M.

Es ist nicht selten der Versuch gemacht worden, gesellschaftliche und politische Fragen unter dem Gesichtswinkel der Biologie zu betrachten, meist mit geringem Erfolg. Merkwürdig ist aber, wie wenig bisher eine moderne Naturwissenschaft, nämlich die auf sehr gesicherten Grundlagen ruhende Vererbungslehre, in ihren Anwendungen auf soziale und politische Probleme gewürdigt wurde. Der Verf., bekannt durch seine bedeutenden Untersuchungen zur Familienforschung innerhalb eines schwedischen Bauerngeschlechts, setzt sich in diesem Heft in unübertrefflich klarer und überzeugender Weise mit allerlei Schlagworten auseinander, die das öffentliche Leben in einer oft verhängnisvollen Weise beherrschen. Er zerstört die Legenden von der Gleichheit der Menschen, von der Allmacht des Umwelteinflusses, von der Vererbung erworbener Eigenschaften, erörtert die Bedeutung der biologischen Zusammensetzung der Völker, den rassenbiologischen Wert verschiedener Gesellschaftsklassen, die Ursachen des Aufstiegs und des Niederganges von Familien und Staaten usw., alles auf dem Grunde der Tatsachen, die man heute als gesicherten Besitz der Forschung ansehen darf. Das Büchlein ist wie kein zweites geeignet, den Laien auf biologischem Gebiet als Führer zu dienen und ihm zu zeigen, welche außerordentliche Bedeutung die Untersuchung menschlicher Erblichkeitsfragen für unser öffentliches Leben besitzt. Miehe.

Bretscher, K., Der Vogelzug in Mitteleuropa. Mit 16 Karten und vielen Tabellen. Innsbruck 1920, Druck der Wagnerschen Universitätsdruckerei.

K. Bretscher untersucht auf Grund einer umfangreichen aviphänologischen Statistik die Zugverhältnisse zahlreicher europäischer Vogelarten in bezug auf ihre Zugrichtung. Seine Untersuchungen erstrecken sich hauptsächlich auf den Frühjahrs- und Herbstzug in der Schweiz, die er in 3 Beobachtungsgebiete (ein westliches, ein mittleres und ein östliches) einteilt. Die meisten Vogelarten treffen im Frühjahr von Westen her, aus der Richtung des Genfer Sees und des Jura in der Schweiz ein, 2 Arten (Rauchschwalbe und Blaukehlchen) von Westen und Osten und eine Art (Gartengrasmücke) von Osten. Dagegen bildet das Eintreffen von Süden her über die Alpen eine Ausnahme und zeigt sich nach Bretschers Angaben nur bei solchen Vögeln, deren Brutgebiet die den Alpen vorgelagerten Täler sind. Für den Herbstzug gelten ähnliche Verhältnisse; jedoch hat das statistische Material hier weniger sichere Unterlagen gegeben. Die Untersuchungen Bretschers stimmen mit den Ergebnissen der Vogelberingung überein, durch die nachgewiesen werden konnte, daß der Herbstzug der meisten Zugvögel aus dem mittleren und nördlichen Europa in westlicher und südwestlicher Richtung unter Umgehung der Alpen verläuft, worauf auch Bretscher mit Recht hinweist. Bretscher weist ferner nach, daß auch in Elsaß-Lothringen und in Ungarn die Vögel im Frühjahr aus verschiedenen Richtungen eintreffen, wobei er sich ebenfalls auf ein großes Zugdatenmaterial und die Arbeiten ungarischer Ornithologen stützt. Zwischen dem Frühjahrszug in Elsaß-Lothringen und in der Schweiz läßt sich jedoch kein näherer Zusammenhang erkennen. Dem Zusammenhang des Vogelzuges mit der Witterung ist ein besonderes Kapitel gewidmet. Der Verf. vertritt hier die schon in früheren Schriften geäußerte Ansicht, daß die Witterungsverhältnisse ohne entscheidenden Einfluß auf die Zugbewegung sind, sofern es sich nicht um ganz ungünstige und abnorme Wetterlagen handelt. Es sei hier auf eine frühere, sehr wertvolle Arbeit Bretschers hingewiesen: „Der Vogelzug im schweizerischen Mittelland in seinem Zusammenhang mit den Witterungsverhältnissen" (Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 1915), in der der Autor an der Hand einer sehr umfangreichen Statistik nachgewiesen hat, daß der Vogelzug unabhängig von Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit und Windverhältnissen verläuft.

Dem Verf. gebührt der Verdienst, daß er versucht hat, das gewaltige Material an Zugsdaten, das sich über Jahrzehnte erstreckt, nach einheitlichen Gesichtspunkten zu ordnen und zu bearbeiten, was für die Erforschung des Vogelzuges von allergrößtem Wert ist.

Das streng wissenschaftlich geschriebene Buch mit der tabellarischen, zahlenmäßigen Darstellung der Zugbewegungen erfordert zu seinem Verständnis ein tieferes Studium.

Friedrich von Lucanus, Berlin.

Anregungen und Antworten.

Bei den letzten Wisenten in Pleß. Um die in letzter Zeit umherschwirrenden, unkontrollierbaren Gerüchte über die Plesser Wisente an Ort und Stelle nachprüfen zu können, unternahm ich am 19. 3. d. J. einen Ausflug ins Wisentrevier.

Schon im Januar hatte mir das fürstliche Forstamt, auf verschiedene noch schwebende Fragen aufmerksam gemacht, die Genehmigung zu eingehenderen Studien erteilt. Die Wildrinder werden bekanntlich seit den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts im Tiergarten gehalten, der sich von Studzienitz östlich bis Meseritz hinzieht, sie zogen freilich in den Sommern der Vorkriegszeit gelegentlich auch weiter in die angrenzenden fürstlichen Reviere, niemals belästigt vom Menschen und darum auch recht „vertraut" in nächster Nähe desselben äsend. Das wurde nun leider anders als die Revolutionszeit bald ihren Bestand stark dezimierte. Schließlich blieb aber wenigstens eine Herde von 22 Stück (Ende 1920) zurück, und die fürstliche Verwaltung gab sich der Hoffnung hin, diese Herde wenigstens zu erhalten, um so mehr als durch Eintausch eines vierjährigen, kaukasischen Wisentbullen für Blutauffrischung gesorgt worden war. Diese Hoffnungen sind nun auch durch den Polenaufstand 1921 zunichte geworden. Alle Wildrinder bis auf 5 (fünf) fielen den Geschossen aus Infanteriegewehren, Karabinern und Mauserpistolen zum Opfer. Der größte Teil der angeschossenen Tiere verluderte, und nur von einem letzten Stück, aus einer Mauserpistole angeschossen, konnte wenigstens das Wildbret geborgen werden.

Die Wisente pflegten den Winter über sich in der Nähe der Futterstellen aufzuhalten. Die großartig angelegten „Raufen" und „Tränken" zeugen noch jetzt von dem einstigen Betrieb. Die „Raufen" selbst sind überbaut von mächtigen Scheueranlagen, in denen der Heubedarf gespeichert wurde, bis auch das nicht mehr anging, weil die Heuvorräte andauernd gestohlen wurden. Man sah noch die einzelnen Gatter, in denen z. B. die Jungrinder abgesondert werden konnten, die sog. Falle, durch welche das zum Abschusse bestimmte Wild getrieben wurde, um am Jagdtage in den „Kessel" gelassen zu werden.

Das kleine Restrudel ließ uns ruhig herankommen. Hatten die einzelnen Tiere gemächlich wiederkäuend zerstreut umhergelegen, so sammelten sie sich jetzt, blieben aber auf 15—20 Schritte beisammen. Etwa 20 Minuten hatten wir so Gelegenheit, sie von allen Seiten eingehend zu mustern. Da waren zunächst die ältesten und stattlichsten Stücke, 2 Kühe (ca. 15 bis 18 Jahre alt, Altersschätzungen nach Hegemeister Schwede), von denen die eine von einem Anschuß her noch merkbar lahmte. Beide schienen uns, die wir keine Anstalten machten, uns bald wieder zu entfernen, nur mit Mißtrauen zu betrachten. Sie waren es auch, die zuerst abzogen. Eine jüngere, erheblich geringere Kuh (ca. achtjährig, hatte schon Kälber gehabt, war aber jetzt offenbar nicht „beschlagen".

Schließlich sind die Stiere zu erwähnen, ein 4jähriger und ein $1^1/_2$jähriger Bulle, die sehr munter waren und kleine Scheinkämpfe veranstalteten. Dabei hatte der eine mit seinen nach innen gebogenen Hörnern den Vorderlauf seines Gefährten gefangen, was diesen zu recht spaßigen Befreiungsversuchen veranlaßte. Leider ist auch der ältere Bulle „angekratzt", die größere Wedelhälfte wurde ihm abgeschossen. Hier ist vielleicht der Ort, um einen Irrtum der Literatur zu berichtigen. In Meerwarth-Soffel Bd. 4, S. 222 ist von einer Schwanzquaste des Wisents zu lesen. Eine solche hat zwar der amerikanische Bison (B. americanus), den Plesser Wisenten fehlt sie, vielmehr ist ihr Schwanz von der Wurzel an, ziemlich gleichmäßig, langbehaart.

Aus den eben mitgeteilten Beobachtungen ergibt sich, daß von drei weiblichen Wisenten zwei bestimmt für die Nachzucht ausscheiden dürften, das 3. Stück (mindestens 8 Jahr alt) macht einen kümmerlichen Eindruck, und es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch diese Kuh noch Verletzungen erlitten hat. Die Bullen scheinen gesund und zeugungsfähig. Alles in allem aber wird man sich aller Hoffnungen auf eine längere Erhaltung der Wisente wohl begeben müssen.

Wie mir gesagt wurde, hat ein Plan bestanden, die letzten Wisente in ein Revier nach Deutschland zu verpflanzen, wo sie nicht den Gefahren der baldigen Ausrottung ausgesetzt wären. Sofort aber brachten polnische Zeitungen diese Nachricht mit der Aufforderung, den Abtransport nicht dulden zu wollen. Es hat weiter nicht an Drohungen gefehlt, die besagten, man wolle die Wisente lieber alle erschießen, ehe man sie den Deutschen überlassen würde. Daraufhin ist von einer Verwirklichung des Planes Abstand genommen worden.

Dies ist also etwa der gegenwärtige Stand der Wisentfrage. Die oberschlesische naturforschende Gesellschaft hat sich das Ziel gesetzt, noch in letzter Stunde alles über die Lebensgeschichte der schlesischen Wisente zu sammeln. Über das Ergebnis soll dann auch an dieser Stelle Mitteilung gemacht werden. Gleichzeitig bitte ich alle Gesellschaften, Vereine, Privatpersonen, deren Anfragen im einzelnen zu beantworten mir unmöglich ist, diese Zeilen als Antwort betrachten zu wollen.

Ed. J. R. Scholz, Königshütte (Oberschl.),
Kaiserstr. 80.

Literatur.

Aus Natur und Geisteswelt.

Bd. 569. Molisch, H., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig-Berlin '22, Verlag von Teubner.

Bd. 589. Lindow, M., Differentialgleichungen. Leipzig-Berlin '21, Verlag von Teubner.

Bd. 765. V. Franz und H. Schneider, Einführung in die Mikrotechnik. Leipzig-Berlin '22, Verlag v. Teubner.

Sammlung Göschen.

Nr. 485. Pilger, Prof. Dr. Robert, Die Stämme des Pflanzenreiches. Berlin und Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger.

Nr. 556. Miehe, Prof. Dr. H., Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen. Berlin-Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Geb. 9 M.

Nr. 682. Mannheim, Prof. Dr. E., Pharmazeutische Chemie. IV. Übungspräparate. 2. Aufl. Berlin-Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger.

Reclams Universal-Bibliothek.

Nr. 6275. Brehm, A. E., Das Leben der Vögel. I. Band.

Nr. 6276. Brehm, A. E., Das Leben der Vögel. II. Band.

Nr. 6277. Brehm, A. E., Das Leben der Vögel. III. Band.

Petzoldt, J., Wissenschaft und Hypothese XIV. Das Weltproblem. 3. Aufl. Leipzig und Berlin '22, Verlag von B. G. Teubner. Geb. 40 M.

Lietzmann und A. Witting, A., Mathematisch-physikalische Bibliothek. Band 42. Mathematik und Biologie von Dr. M. Schips. Leipzig und Berlin '22, Verlag von B. G. Teubner. Kart. 6 M.

Inhalt: P. Vollrath, Das Meer zur Wellengebirgszeit zwischen Schwarzwald und Thüringerwald. (1 Karte.) S. 257. H. Lechler, Der Köderwurm. (4 Abb.) S. 263. — **Einzelberichte:** W. Manchot, Die losliche Modifikation des Siliciums. S. 266. A. Bluhm, Wirkung des Alkohols auf das Verhältnis von Weibchen und Männchen in der Nachkommenschaft. S. 267. A. Gutbier, Zur Analyse kolloider Systeme. S. 267. P. Schuster und J. Bornmüller, Eine Genossenschaft mazedonischer Pflanzen bei Aken an der Elbe. S. 268. R. Schröder, Ovarialcyclus und Uterus. S. 269. — **Bücherbesprechungen:** H. Driesch, Das Ganze und die Summe. S. 269. H. Lundborg, Rassenbiologische Übersichten und Perspektiven. S. 271. K. Bretscher, Der Vogelzug in Mitteleuropa. S. 271. — **Anregungen und Antworten:** Bei den letzten Wisenten in Pleß. S. 272. — **Literatur:** Liste. S. 272.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 14. Mai 1922. | Nummer 20.

Neuer Rekonstruktionsversuch eines liassischen Flugsauriers.

Von Carl Stieler.

[Nachdruck verboten.]

Mit 6 Abbildungen im Text.

Die mesozoische Gruppe der Flugsaurier — Zeugen eines zwar zeitweise, aber nicht für die Dauer geglückten Versuchs des Reptilstamms, sich die Luft zu erobern — birgt auch heute noch eine Fülle von Problemen. Diese treten am klarsten in den Rekonstruktionsversuchen zutage, die in ihrer Verschiedenartigkeit erkennen lassen, wie weiter Spielraum subjektiver Auffassung gelassen ist, wie weniges sicher steht.

Abel[1]) berichtet 1919 N in aller Kürze über verschiedene derartige Versuche, und bringt selbst einige neue Bilder, sowohl aus dem Bereich der langschwänzigen Rhamphorhynchiden wie der kurzschwänzigen Pterodactylen. Rekonstruktionen der letzteren sind häufiger versucht worden, was z. T. darin begründet liegt, daß sie, zwar später wie die Langschwänzer auftretend, noch bis in die obere Kreide fortlebten, während jene mit dem Jura erloschen. Die Kreide hat denn auch das meiste an Flugsaurierresten geliefert.

Abel 1912 hat sehr mit Recht darauf hingewiesen, daß unter dem Namen der Pterodactylen verschiedene Fliegertypen einbegriffen sind, während die Rhamphorhynchiden durchweg Segler gewesen sein dürften. Auch hinsichtlich der Größe sind die letzteren einheitlicher (Klafterweite etwa zwischen 0,4 und 2 m), während die Kurzschwänzer von Sperlingsgröße bis 8 m Klafterweite vorkommen.

Bislang wurde, wie Abel 1919 N betont, fast nur versucht, die Tiere fliegend oder kletternd zu zeichnen, nicht aber in Ruhestellung. Das nächstliegende bei einem Flugtier ist ja auch, es fliegend abzubilden, während die starken Krallen, besonders an der Hand, dazu verleiten mußten, es klettern zu lassen. Daß die Tiere fliegen konnten ist heute unbestritten, Streit herrscht schon über die Kletterfrage, besonders über das „wie".

Die Lösung dieser Probleme ist dadurch erschwert, daß (von einem Schädel aus dem oberen Lias Englands abgesehen) mit Ausnahme der Vorkommen am Tendaguru in Deutsch-Ostafrika, und im Cambridge Greensand, die dünnen pneumatischen Knochen stark verdrückt sind, und daher keinen sicheren Schluß über Gelenkungsmöglichkeiten zulassen, wenn auch durch viele Funde das allgemeine Bild der einzelnen Knochen feststeht. Und wieder ist es, als wolle die Natur die Rekonstruktionsversuche möglichst erschweren: an den genannten Fundpunkten finden sich keine Skelette im Zusammenhang, speziell am Tendaguru ist ein Gemisch ganz verschiedenartiger Typen geborgen worden.

Ein glücklicher Fund (die ersten Knochenreste fand meine Frau) versetzt mich in die Lage, einen Beitrag zur Rekonstruktionsfrage zu liefern. Im oberen Lias, denselben Schichten, aus denen die schönen Platten von Holzmaden in Württemberg stammen, fanden sich bei Flechtorf im Braunschweigischen Teile eines Flugsauriers, die in eine Geode eingebettet sind, und dadurch vor der Verdrückung bewahrt blieben, die ihre Altersgenossen betroffen hat. Die Auswertung des Fundes soll einer ausführlicheren Arbeit vorbehalten bleiben und hier nur das herausgegriffen werden, was für die Rekonstruktion in Frage kommt.

Es handelt sich um Knochen von *Dorygnathus banthensis* Theod. sp., eine Art, von der schon eine Reihe von Funden vorliegen, und über die Arthaber[1]) ausführlich gearbeitet hat. Allerdings kann ich ihm in manchen Punkten nicht beipflichten, wie sich im Verlauf zeigen wird. Wegen Literaturnachweis von Arbeiten die älter als die Arthabersche sind, sei auf sie verwiesen, im folgenden wird nunmehr Autor und Erscheinungsjahr angeführt.

Ehe auf die einzelnen Teile des Flechtorfer Stücks eingegangen wird, ein paar Worte über den Erhaltungszustand der Extremitätenknochen. Manche, z. B. Ober- und die obere Hälfte des Unterschenkels, einige Mittelfußknochen, sowie Fußphalangen und solche von Krallenfingern, konnten aus dem Gestein herauspräpariert werden. Bei den anderen war diese Methode nicht anwendbar, da die Geode gespalten war und die Spalt-

[1]) Auf diesen Autor wird folgendermaßen Bezug genommen werden (die Zahl bedeutet das Erscheinungsjahr der Arbeit):

Abel 1912: Paläobiologie der Wirbeltiere;
„ 1919 W: Die Stämme der Wirbeltiere;
„ 1919 N: Neue Rekonstruktion der Flugsaurier-gattungen Pterodactylus und Rhamphorhynchus. Die Naturwissenschaften, 7. Jahrg., Berlin;
„ 1922: Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit.

[1]) Studien über Flugsaurier auf Grund der Bearbeitung des Wiener Exemplares von *Dorygnathus banthensis* Theod. sp. Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Klasse, 97. Bd. Wien 1919.

Auf diese Arbeit ist Bezug genommen wenn Arthaber ohne Zahl zitiert wird.

Arthaber 1921 bedeutet dessen Arbeit: Über Entwicklung, Ausbildung und Absterben der Flugsaurier. Paläontologische Zeitschrift, 4. Bd., Berlin 1921.

fläche die meisten Knochen der Länge nach durchsetzte, sich also Reste auf Platte wie Gegenplatte fanden. Was hier als Gegenplatte bezeichnet wird, war aber seinerseits in mehrere Stücke zersprungen, und leider ist es nicht gelungen, sie alle zu finden. Auf beiden Platten wurden die, z. T. schon herausgefallenen, Knochenreste vollends vorsichtig zerstört, unter peinlichster Schonung des umgebenden Gesteins. Nun konnten Gipsabgüsse der einzelnen Knochen hergestellt werden, die unter Zuhilfenahme von Gelatineabgüssen (wegen zurückspringender Ecken usw.) ergänzt wurden. Da Platte und Gegenplatte, mit Ausnahme weniger kleiner Splitter, direkt aufeinanderliegen, war es möglich, einwandfreie Knochenmodelle zu erhalten. Auf diese Weise wurden Ober- und Unterarm, sowie Coracoid-Scapula gewonnen. Von der unteren Partie des Unterschenkels, der Mittelhand, Carpalregion, sowie 1. und 2. Flugfingerphalange dagegen war großenteils nur die eine Seite zu gewinnen. Hier mußte das Fehlende nach anderem Material ergänzt werden. Ein besonderer Glücksfall ist es, daß von den beiden in Fig. 3 als 1 und 3 bezeichneten Handwurzelknochen die einander zugewandte Seite erhalten war, die auf allen übrigen Dorygnathusplatten verdeckt ist. So konnte ihre Form, und namentlich die später zu besprechende Gelenkung festgestellt werden. Ergänzung der gefundenen und Nachbildung fehlender Knochen war die nächste Aufgabe.

Durch das Entgegenkommen der Herren Geh.-Rat Pompeckj, dem ich auch sonst für manche Anregung zu danken habe, Prof. Dr. Hennig, Dr. Hauff-Holzmaden und Pater Gottfried-Banz, denen auch an dieser Stelle herzlichster Dank ausgesprochen sei, stand mir dazu reichliches Vergleichsmaterial zur Verfügung. Ich konnte untersuchen: Das von Arthaber angeführte Berliner Exemplar (Berlin gr.), ein zweites solches in Berlin (Berlin kl.) das Arthaber überraschenderweise als Campylognathus bezeichnet, unter welchem Namen er auch Teile davon abbildet. Außerdem Gipsabgüsse des Wiener und Löwener Stücks, beide gleichfalls in Berlin. In Tübingen durfte ich die von Plieninger 1907 beschriebenen Reste sowie das prächtige, noch unbeschriebene Stück untersuchen, von dem Arthaber ein Lichtbild vorlag. In Holzmaden gewährte mir Herr Dr. Hauff Einblick in neue Funde, und in Banz konnte ich die Originale von Theodori 1852 studieren.

Als ganz besonders günstig erwies sich, daß alle bisher gefundenen Reste von Dorygnathus der einen Art *banthensis* angehören, und, trotz verschiedener individueller Größe, sich für jedes Stück der genannten Platten eine einheitliche Indexziffer ergab, mit deren Hilfe die Knochen rekonstruktiv auf das Maß der Flechtorfer gebracht werden konnten. Nur von Mittelhand und -fuß distalwärts ergaben sich Größenschwankungen, die aber nur einen geringen Bruchteil der Gesamtlänge des jeweiligen Knochens ausmachen, und als individuell, großenteils wohl durch verschiedenes Lebensalter der Tiere bedingt, betrachtet werden dürfen. Geschlechtsunterschiede waren im Knochenbau nicht nachweisbar. Von allen im Zusammenhang gefundenen Skeletten ist das Flechtorfer das größte; übertroffen wird es von keinem, wohl aber erreicht von einem Unterkiefer (Münchener Original Oppels) und einigen Banzer Knochen.

Durch den Vergleich der unverdrückten Flechtorfer Stücke mit den genannten, konnte über Art und Stärke der Pressung der letzteren Klarheit gewonnen werden, so daß sich die Verdrückung beim Nachmodellieren mit recht großer Sicherheit ausschalten ließ. Außerdem stand mir in Berlin noch viel Material von anderen Flugsauriergattungen zur Verfügung, und überließ mir mein Kollege Dr. Reck zum Vergleich das von ihm z. Zt. bearbeitete Tendagurumaterial, aus dem wertvolle Schlüsse gezogen werden konnten. Namentlich hinsichtlich der letzten Flugfingerphalange (s. sp.) war dieses bedeutungsvoll, ergab sich doch, daß die genannte Phalange verdrückt dasselbe Bild ergeben würde wie es die Dorygnathus- und andere Rhamphorhynchiden-Platten zeigen.

Auf diese Verhältnisse mußte ausführlich eingegangen werden, weil die so gewonnenen Modelle die Grundlage bilden für die weiteren Untersuchungen. Die Mehrzahl der Gipsmodelle wurde von mir persönlich hergestellt unter peinlichster Berücksichtigung jeder Einzelheit. Hat das Flechtorfer Material die hauptsächlichsten Extremitätenknochen geliefert, so konnte aus dem anderen Material das Fehlende soweit ergänzt werden, daß Klarheit über fast alle Skelettelemente entstand. Auf anatomische Einzelheiten einzugehen ist hier nicht der Platz, es wird nur Funktionelles besprochen werden mit Feststellungen über den Befund soweit er sich nicht mit Arthabers Darstellungen, oder Angaben anderer Autoren, deckt.

Hinsichtlich der Rekonstruktion des Schädels kann ich mich, wenigstens was die Seitenansicht anlangt, Arthaber im wesentlichen anschließen, dagegen waren die Zähne viel dolchartiger[1]) wie er sie darstellt. Außerdem war die Schnauze spitz, nicht gerundet, wodurch der Schädel viel mehr an Rhamphorhynchus anklingt, als dies nach Arthabers Zeichnung scheint.

Auch was die Zahl der Hals- Rumpf- und Beckenwirbel betrifft, pflichte ich Arthaber bei, zu ganz anderen Resultaten dagegen komme ich hinsichtlich der Länge des Schwanzes, die Berlin gr. ganz anders zeigt als Arthaber es angibt. Außer den zerstreut hinter den Beckenteilen liegenden 3 ersten Caudalwirbeln sind die folgenden 22 im Zusammenhang erhalten. Der

[1]) In Fig. 4—6 der Übersichtlichkeit wegen nur schematisch gezeichnet.

letzte ist außerordentlich schlank, möglicherweise folgten aber doch noch ein paar ganz kleine Wirbel, was die Schwanzlänge nur noch unbedeutend verändert hätte. Bei der Rekonstruktion wurde letzteres angenommen. Der Schwanz von Dorygnathus ist durchweg, namentlich aber gegen das Ende, bedeutend schwächer als der von Rhamphorhynchus, so daß ich bei Dorygnathus kein Schwanzsegel annehmen möchte; notwendig war ein solches als Steuerorgan keineswegs. Damit stelle ich mich in Gegensatz zu Abel, der 1919 ausspricht, alle Langschwänzer hätten ein Schwanzsegel besessen, und pflichte Arthaber 1921 bei, der es als fraglich hinstellt. Auch erscheint mir unwahrscheinlich, daß der Schwanz wirklich so steif war, wie dies Abel 1919 W annimmt. Die schwache Krümmung in Fig. 6 (nicht nur in den stark beweglichen ersten postsakralen Wirbeln), ist bei mehreren Stücken von Rhamphorhynchus, zu beobachten, darf also für den dünneren Schwanz von Dorygnathus wohl unbedenklich übernommen werden.

Das Becken zeigt Berlin gr. sehr schön, allerdings sind die Hauptelemente auseinandergerissen und liegen flach, aber kaum zerdrückt, in der Plattenebene. Die gerundeten Ischia müssen, wie Arthaber dies für alle liassischen Formen annimmt, hinten durch Knorpelsymphyse verbunden gewesen sein. Ob dies bei den jüngeren Rhamphorhynchiden, wie Stromer 1913 es darstellt, anders war, die Ischia also frei nach hinten ragten, erscheint mir durchaus nicht sicher. Stromers Annahme aber mit Abel 1919 W zu generalisieren, indem man behauptete, bei allen Langschwänzern seien die Ischia freigeblieben, erscheint höchst gewagt. An die Tatsache, daß bei den Pterodactylen durch die Verbindung der Ischia die Gebäröffnung außerordentlich klein ist, wurden manche Folgerungen geknüpft (Brutpflege); zum mindesten bei den liassischen Rhamphorhynchiden scheinen die Verhältnisse analog zu liegen. Allerdings ist die Möglichkeit nicht ganz von der Hand zu weisen, daß die engen Becken männlichen Individuen angehörten, oder es mag die knorpelige Symphyse eine gewisse Dehnung während des Geburtsakts gestattet haben. Die Präpubes, gleichfalls knorpelig verbunden, bilden schaufelartige Träger des Eingeweidesacks. Von ganz besonderer funktioneller Wichtigkeit ist die Gelenkpfanne, auf die bei der Besprechung des Oberschenkels eingegangen werden soll. Der rechte Oberschenkel ist in Fig. 1 dargestellt. Die starken Trochanter weisen auf kräftigen Gebrauch hin. Man sieht, daß durch die exzentrisch gelegene große Ligamentgrube die Gleitfläche des Gelenkkopfs zu einem nicht sehr stark gebogenen halbmondförmigen Gebilde wird. Diese exzentrische Lage des Ligaments verbietet ein starkes Drehen. Berlin gr. zeigt in der Pfanne den anderen Ansatz des Ligaments, woraus sich die Drehfähigkeit des Oberschenkels in ihr ableiten läßt. Sie beschränkt sich auf einen Winkel von wenig über 90 Grad, von hinten nach unten, nicht aber vorwärts. Schon damit entfallen Versuche, das Tier reptilartig auf allen Vieren gehen zu lassen, wie dies Seeley 1901 in einem Teil seiner Bilder langschwänzige Flugsaurier tun läßt.

Unterschenkel und Fuß sind in Fig. 2 dargestellt. Die Fibula verwächst schon im mittleren Drittel des Unterschenkels mit der Tibia, im letzten Drittel verschwindet sie als Sondergebilde. Das distale Rollengelenk wird von der — bei manchen Stücken völlig, bei anderen nicht — mit der Tibia verwachsenen 1. Tarsalreihe gebildet, Dorygnathus besitzt also, wie dies auch bei manchen anderen Flugsauriern festgestellt ist, einen durchaus vogelartigen Tibiotarsus. Auch dies spricht gegen reptilartige Stellung der

Fig. 1.
Rechter Oberschenkel.
Nat. Gr.

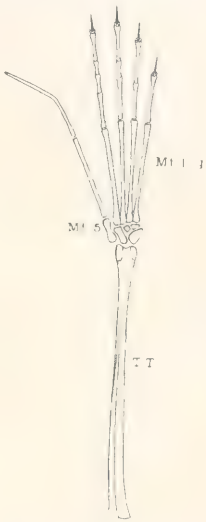


Fig. 2.
Linker Unterschenkel u. Fuß.
1/2 nat. Gr.

Hinterextremität. Die Gelenkrolle des Tibiotarsus weist mit etwa 45 Grad nach außen, - Abb. 2 ist mit aufgelegtem Mittelfuß gezeichnet. Die proximalen Gelenke der Mittelfußknochen 1—4 legen sich kulissenartig aneinander, und bilden so ein einheitlich funktionierendes Ganzes; ihre schwache Keilform am Proximalende beweist eine leichte Wölbung des Mittelfußes. Distal werden die Metatarsalia sehr rasch frei. Die 5. Zehe ist, was ganz an Dimorphoden erinnert, im Verhältnis zu der anderer Langschwänzer sehr lang. Als Anheftungsstelle der Flughaut hat sie ermöglicht, diese dem Boden fern zu halten.

Was die Rumpfrippen betrifft, wird man hinsichtlich ihrer Zahl Arthaber beipflichten dürfen. Ob, wie bei anderen Rhamphorhynchiden,

Bauchrippen in der Zahl von 6 vorhanden waren, muß fraglich bleiben. Daher wurde auf ihre Darstellung verzichtet, obgleich sicher steht, daß solche vorkommen; auch Verbindungsstücke der vorangehenden Rippen mit einem nach hinten gerichteten knorpeligen Sternalfortsatz wurden nicht dargestellt, wie denn überhaupt die Berippung nur schematisch gezeichnet wurde. Mit Arthaber nehme ich an — im Gegensatz zu Stromer 1913 u. a. —, daß es die drei vordersten Rumpfrippen sind, die durch Sternocostalia mit dem Sternum in Verbindung stehen. Wie bekannt sind die drei vordersten Rumpfwirbel stärker als die späteren, dasselbe gilt auch von den zugehörigen Rippen, die sich dadurch deutlich von den späteren unterscheiden. Berlin kl. zeigt diese Verhältnisse sehr klar, übrigens — nach Lichtbild wie Abguß — auch das Wiener Stück, während Arthaber die 2. Rippe als erste bezeichnet usw. Komme ich auch sonst hinsichtlich des Sternums zu ganz anderen Resultaten wie Arthaber, so muß ich ihm in der Deutung von 3 Rippenansatzstellen am Sternum beipflichten. Auf Stellung und Größe von Halsrippen und -sehnen möchte ich mich nicht festlegen.

Nun zum Sternum. Berlin gr. zeigt das untere Stück, von außen gesehen, mit beginnender Crista. Dieser eindeutige Sternalteil läßt sich mit dem von Arthaber als Sternum angegebenen Gebilde nicht zur Deckung bringen, sofort aber, wenn man das Wiener Stück nur als die eine Hälfte des Sternums, auch ohne Cristospina, auffaßt. Als letztere ist eine verdrückte Knochenmasse zu deuten, die sich quer oberhalb des Sternalrestes von Berlin gr. befindet. Was Arthaber als ganzes Sternum betrachtet, kann es unmöglich gewesen sein: so findet auch die merkwürdige Assymetrie des Wiener „Sternums" ihre Erklärung. Schon aus einem Grundgesetz vergleichender Anatomie ist zu folgern, daß der Muskel der einen bei Dorygnathus wie den übrigen jurassischen Fugsauriern bis in die Kreide hinein gleichartig ausgebildeten Trochanter am Proc. lateralis des Oberarms erzeugt, auch von einem bei allen im Prinzip gleichartig gebauten Sternum ausgeht. Die Ansatzfläche für das Coracoid, die das Wiener Exemplar zeigt, und Arthaber auch als solche erkannt hat, liegt dann analog, wie es von Pteranodon bekannt ist, und von Stromer 1913 für Rhamphorhynchus angenommen wird.

Eine Schilderung des Arms muß hier unterbleiben. Das ganz eigenartige Gelenk Oberarm-Schultergürtel ist nicht mit wenigen Worten zu erledigen. Über die Bewegung geben die Fig. 4 und 6 Auskunft. Besonders wichtig ist die Hand, Fig. 3. Eine Bewegungsmöglichkeit zwischen Unterarm und erster Carpalreihe ist zu vermuten, und zwar senkrecht zur Bildebene, kann aber meinerseits nicht bewiesen werden. Sicher dagegen steht die Bewegungsmöglichkeit zwischen der 1. und 2. Carpalreihe in der Bildebene. Die Abklappung tritt in Fig. 6 in Erscheinung. Zwischen der 2. Carpalreihe und dem Metacarpus dagegen war keine Bewegung möglich. Von ganz besonderer Bedeutung ist die Bewegungsrichtung der Krallenfinger, die meist auf den Platten schädelwärts zeigen, woraus von der Mehrzahl der Autoren, z. B. auch Stromer 1913, Abel 1919 W, geschlossen wurde, daß die Bewegungsmöglichkeit der Krallenfinger gegen den Flugfinger um 180 Grad verschieden war. Unbekümmert um die Lage auf den Platten nimmt Seeley 1901 u. a. sie in derselben Richtung wie der Flugfinger an. Das Richtige scheint, wie anderen Orts ausführlich zu begründen sein wird, in der Mitte zu liegen: sie war um 90 Grad verschieden von der des Flugfingers. Diese Stellung ist ja auch die anatomisch zu erwartende, das Abnorme ist nur die Abklapprichtung des Flugfingers, der nicht nur in dieser Beziehung von der Norm abweicht. Die Lage der Finger auf den Platten ist als Druckerscheinung zu deuten, Druck hat es ja auch vermocht, fast alle anderen Knochen so zu stellen, daß sie ihre breiteste Seite zeigen. Daher auch die überraschende Ähnlichkeit in der Lage der einzelnen Skelettelemente (nicht des Gesamtskeletts) auf den Platten. Beim Fuß ist längst erkannt, daß der Mittelfuß meist Ober- und Unterseite (wenn im Zusammenhang erhalten) zeigt, die Zehen dagegen in Seitenlage eingebettet liegen, also ein, man möchte sagen, altägyptisches Bild zustande kommt. Der „olecranonartige Fortsatz" der 1. Flugfingerphalange diente, wie Plieninger dies schon 1894 ganz richtig bemerkt, dem Streckmuskel zum Ansatz, gegen die Möglichkeit des Überdrehens (Abel 1919 W) wäre er ja auf der falschen Seite. Die Phalangen des Flugfingers waren steif miteinander verbunden, Knorpellagen zwischen ihnen schufen nur eine gewisse Elastizität, die beim Streifen eines Gegenstandes den Bruch des Flügels verhindern konnte. Außerdem befinden sich am Vorderrand der Phalangen nahe ihren Enden starke Knochenvorsprünge, die sicherlich Bänder trugen, die zur weiteren Versteifung des Flügels beim Fliegen gegen den Luftdruck von vorn dienten. Zum Ansatz von Muskeln die eine Bewegung nach vorn ermöglichten, wie es Arthaber 1921 als denkbar bezeichnet, waren sie jedenfalls ungeeignet, wie auch die Phalangenenden gar keine Bewegung zulassen. Ganz besonders bedeutungsvoll aber war, wie schon erwähnt, eine unverdrückte End-

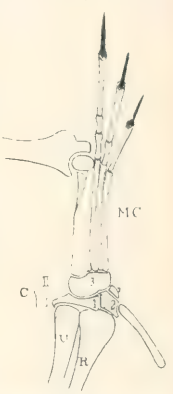


Fig. 3.
Linke Hand. (Vom Flugfinger nur der proximale Teil der 1. Phalange.)
$^1/_2$ nat. Gr.

phalange vom Tendaguru, die Abbiegung nach hinten abwärts zeigt. Herr Dr. Reck wird das Stück bekanntgeben. Mit der Kenntnis dieser Form wird manches geklärt, was hinsichtlich der Lage der Endphalangen auf den Platten bislang rätselhaft war, und manche Autoren, am ausgesprochensten Abel 1922, veranlaßte, eine Biegung nach vorn anzunehmen. Das Bild des fliegenden Tieres wird durch die nunmehr festgestellte Form der Endphalange des Flugfingers ganz besonders ähnlich dem eines segelnden Vogels.

Mit dem geschilderten Material wurde nun

Fig. 5

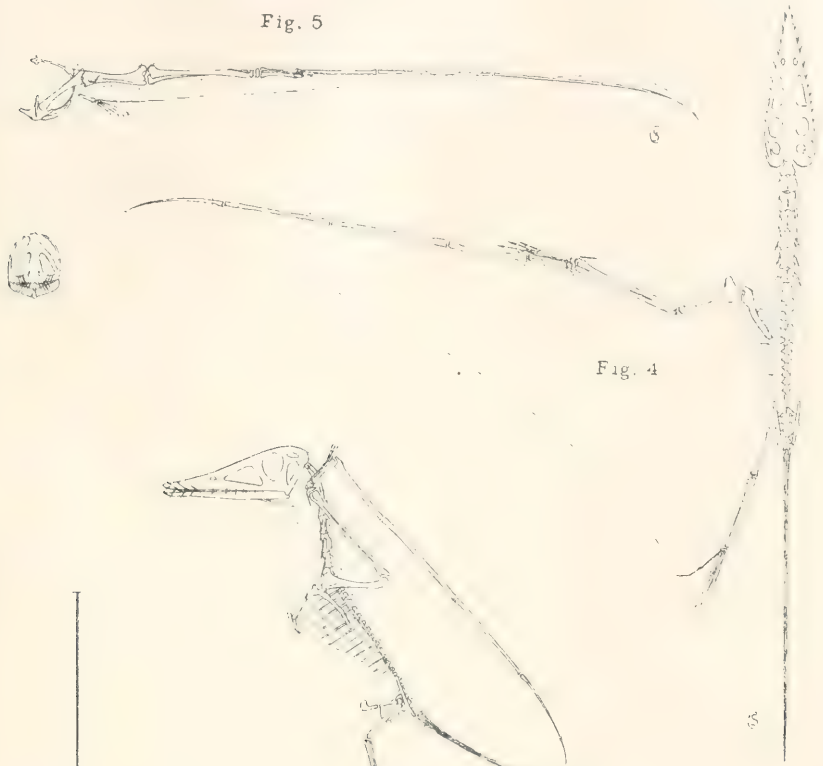


Fig. 4

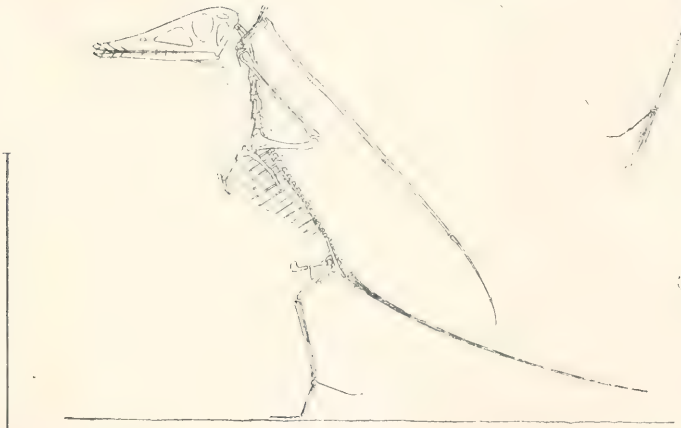
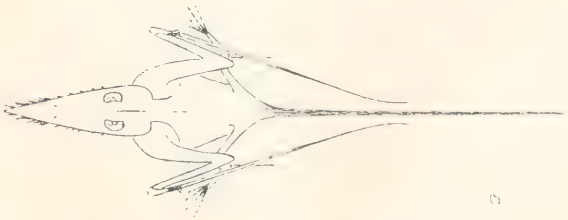


Fig. 6



der Aufbau des Tiers vorgenommen. Die Erkenntnis, daß nicht zeichnerisch, sondern nur am Modell die Fragen der Lebensweise der Flugsaurier zu lösen sind, hat Stromer 1913 dazu geführt ein Modell anzufertigen. Nur, er mußte sich durchweg mit verdrücktem Material behelfen, während jetzt gerade für die wichtigsten Gelenke unverdrücktes zur Verfügung steht.

Bei der Rekonstruktion wurde auf induktivem Weg, ohne vorgefaßte Meinung, vorgegangen. Die Knochen der Vorderextremität wurden, einmal in Beuge-, einmal in Streckstellung in Gipsschienen eingebettet, und so zwei extreme Stellungen gewonnen, einschließlich der Gelenkung Coracoid-Scapula mit dem Oberarm. Fraglich blieb jetzt die Stellung des Schultergürtels im Körper. Allerdings war durch die Kenntnis der Gestalt des Sternums und seiner Lage zu den drei ersten Rumpfwirbeln, sowie des Coracoid-Ansatzes an ihm, schon ein gewisser Anhalt gegeben, außerdem mußte sich die Scapula dem Tonnengewölbe der Rippen anschmiegen. Die Rippenlängen waren fast alle bekannt, es fehlten aber die der Sternocostalia usw.

Andererseits war aus Rumpflänge und Becken doch auch ein Hinweis auf die Körperform gegeben. Ausprobieren an den Modellen ergab die wahrscheinliche Lage des Schultergürtels. Nun wurden die Gipsschienen angelegt, und es entstanden 2 Stellungen, deren eine die Flügellage beim Niederschlag zeigt, die andere die in Fig. 6 abgebildete ist. Die als wahrscheinlich betrachtete Lage des Schultergürtels im Tierkörper durfte damit als zu Recht bestehend angenommen werden.

Die erstgenannte Stellung (Niederschlag) wurde nicht zur Darstellung gebracht, weil sie im Bild die Knochen stark verkürzt gezeigt hätte. Um dies zu vermeiden wurde das Gelenk Oberarm-Schultergürtel nicht voll ausgenützt, so daß Stellung Fig. 4 u. 5 das Tier flach hinstreichend darstellt. Diese Stellung wird im großen und ganzen der Segelstellung entsprechen, wofern man die Zeichnung schief hält. Allerdings wird der Hals dabei meist in leichter Krümmung nach unten gebogen, und der Schädel etwas eingewinkelt getragen worden sein, was, aus dem Bau der Halswirbel sowie der Kopfstellung langschwänziger Flugsaurier auf den Platten zu schließen, die Normalstellung gewesen zu sein scheint. Sie ist auch anzunehmen um dem Tier, ohne zu starke Drehung im Hals oder am Schädelcondylus, zu ermöglichen nach unten zu schauen, wenn es zum Fischfang auszog.

Wenn in den Zeichnungen versucht wurde, auch den **Körperumriß** anzudeuten, so geschah das im vollen Bewußtsein dessen, daß es sich hierbei um etwas ganz unsicheres handelt. Ein Kehlsack, der von manchen Autoren für die Flugsaurier gefordert wird, weil er sich aus dem Mißverhältnis der Größe Rumpf : Kopf ergibt, wurde angedeutet. Ein Hautfetzen, der einmal in dieser Gegend gefunden wurde, ist in der Deutung als Kehlsack umstritten. Ausdrücklich sei betont, daß ich mich hinsichtlich seiner Form, namentlich auch seiner Lage zum Zungenbein, nicht festlegen möchte. In Fig. 4 u. 5 wurde auch versucht die Flughaut darzustellen. Die Annahme eines Uropatagiums, die Abel 1919 macht, erübrigt sich durch die Erkenntnis einer anderen Fußstellung, zum mindesten bei Dorygnathus, als Abel sie sich bei Rhamphorhynchus denkt. An ein vom Spannknochen der Hand bedientes Propatagium dagegen muß ich ich glauben, obgleich Arthaber daran zweifelt. Ob es den Hals erreichte oder nicht ist ganz unsicher, ich halte mich an die gebräuchliche Darstellung.

Zwischen den beiden extremen Stellungen, mit allen möglichen Kombinationen, mußte die Bewegungsfähigkeit der Vorderextremität liegen. Ein Darüber-hinaus ist unmöglich, ob sie alle voll ausgenützt werden konnten, ist dagegen eine andere Frage. Nimmt man den Rumpf mit Schwanz, und die Hinterextremität mit ihren Bewegungsmöglichkeiten hinzu, so muß man sich schon ein Bild machen können über die **Lebensweise** des Tieres. Es gibt eigentlich kaum eine Stellung, die nicht zeichnerisch oder gedanklich noch im 20. Jahrhundert den Rhamphorhynchiden zugeschrieben wurde, wenn sie nicht in der Luft waren. Man ließ sie auf ebener Erde auf allen Vieren gehen mit nach hinten oben gestrecktem Flugfinger, oder auf den Zehen laufen, den Flugfinger nach unten dem Boden parallel (Seeley 1901); man setzte sie auf den Mittelfuß, den Flugfinger gleicherweise aber seitlich getragen (König 1911). Man dachte an Schwimmen, indem man als möglich hinstellte, daß zwischen den Zehen Schwimmhäute waren (Seeley 1901), selbst an Schwimmen mit den Armen ist schon gedacht worden. Man glaubte an Klettern an Felsen und an Bäumen, Klettern fast ausschließlich mit der Hand, oder mit Hand und Fuß unter Zuhilfenahme des Schwanzes als Stütze (König 1911). Man dachte an Hängen in Bäumen, den Körper nach unten, wie dies neuerdings Abel 1919 N für manche Kurzschwänzer abbildet, allerdings mit der Beschränkung auf diese. Auch liegend im Sand (Abel 1919 N) wurden Langschwänzer dargestellt.

Bleiben wir zuerst beim Sitzen, einer Stellung, die sich aus Fig. 6 ableiten läßt. Der Oberarm wird nicht so stark angelegt, die Mittelhand dabei nicht zurückgedreht gewesen sein, die Verlegung des Schwerpunkts nach vorn, die sich daraus ergibt, konnte leicht durch etwas stärkeres Einwickeln des Kniegelenks, das starke Bewegungen zuläßt, ausgeglichen werden. Auch wird sich das Tier in der Ruhe auf den Mittelfuß niedergelassen haben. Eine solche Stellung mag es auf flachem Strand eingenommen haben, wenn es auf weiten Flügen einen Fisch, — den es im Flug aus dem Wasser geholt, und nun zwischen den Raffzähnen in der Lage getragen, wie es ihn geschlagen hatte — im Kehl-

sack verstaute. Ein Windfänger muß das Tier, wenn es dem Wind auch nicht so viel Fläche bot wie in Fig. 6, gewesen sein, indessen, es stand recht breitbeinig und wird sich auch in die Windrichtung gestellt haben. Der Schwanz wird auch beim Sitzen (nach Analogie mit den ein Schwanzsegel tragenden Rhamphorhynchen) kaum als Stütze, vielmehr als Balanzierstange gedient haben. Die Beine von Dorygnathus sind lang und kräftig genug, dem leichten Tier in kurzem Lauf auf den Zehen die nötige Geschwindigkeit zum Abflug zu geben. Den Augenblick, in dem sich das Tier zum Lauf anschickt, stellt Fig. 6 dar. Dabei kam ihm das Hochtragen des Flugfingers und die Länge der 5. Zehe zu statten, die Gefahr, daß sich die Flughaut am Boden verhängte, war gering. Gegen Wind hat vielleicht ein Abschnellen mit den beiden hauptsächlichsten Fußgelenken zum Abflug genügt.

Die Annahme aktiven Schwimmens (passiv mag der leichte Körper vom Wasser getragen worden sein), darf abgelehnt werden. Die Flughaut bot, auch wenn man nur an Schwimmen mit den Beinen, nicht den Armen, denkt, einen zu großen Widerstand im Wasser.

Beim Fliegen wird man sich vorhalten müssen, daß die Flughaut auch in dem verh. dünnen Medium der Luft sich nur bei langsamen Flügelschlägen auswirken konnte. Rasch einander folgende Armschläge hätten Wellungen in ihr erzeugt, was, infolge sich gegenseitig störender Luftwirbel, die Tragfähigkeit der Flughaut ganz bedeutend herabgesetzt hätte. Im ganzen ist auch Dorygnathus durchaus als Segler (s. vorne) anzusprechen, der nur bei Windstille, oder um seine Geschwindigkeit zu erhöhen, mit den Flügeln schlug.

Damit sind aber die Stellungsmöglichkeiten des Tieres nicht erschöpft. Aus den großen Handkrallen wurde schon immer auf Klettern geschlossen. Bäume allerdings wird es eher gemieden als aufgesucht haben. Der lange, steife Schwanz, die große Klafterweite, und nicht zum wenigsten die empfindliche Flughaut hätten es in einem Gewirr von Ästen und Zweigen großen Gefahren ausgesetzt. Aber auch die beschränkte Bewegungsmöglichkeit des Oberschenkels, wie dessen ziemlich breit vom Becken ausladende Stellung machen es zum Baumklettern ungeeignet. Recht geeignet dagegen erscheint das Bein als Stütze für den steilgestellten Leib beim Felsenklettern. Das Kletterorgan selbst war die Hand. Denkt man sich in Fig. 4 das Ellbogengelenk eingewinkelt, den Flugfinger zurückgeklappt, so kommt etwa die Stellung der Vorderextremität heraus, in der das Tier vorgriff. Dabei sind die Krallen nach unten gerichtet. Fig. 6, die Handwurzel gestreckt, ergibt das Bild das der Arm einnahm wenn sich das Tier hochgezogen hatte. Dabei sind die Krallen vom Körper weg nach außen gerichtet. Diese Umstellung der Krallen hat ihren Grund in der Drehung des Oberarms, die automatisch im Schultergelenk statthat, wenn er aus Streck- in Beugestellung, und umgekehrt, gebracht wird. In unserem Fall, wo die Hand festliegt, bewirkt sie eine Umstellung des Körpers, d. h. beim Hochziehen kommt das Tier aus der Bauch- in die Seitenlage. Dadurch wird der andere Arm frei und kann nun seinerseits vorgreifen, der Körper wird dabei von den Füßen gestützt.[1]) Zum Ausnutzen eines Haltepunkts war die Beweglichkeit in der Hand- und Fußwurzel günstig. Das Tier hat also beim Klettern wechselweise mit den Händen vorgegriffen, was mit einer Schaukelbewegung des Körpers verbunden war. Diese Schaukelbewegung ist aber für die empfindliche Flughaut von ganz besonderem Nutzen. Beim Hochziehen des Körpers verändert der Flugfinger seine Lage zum Felsen nicht, beim Vorstrecken des Arms zu neuem Greifen aber stark. Gerade bei dieser Bewegung aber ist der Flugfinger dem Felsen abgewendet, und damit denkbarst vor der Gefahr des Einreißens geschützt.

Und nun als letztes zur Ruhestellung. Sicherlich lag das Tier auch zeitweise, seine Beine konnte es dabei nur nach hinten gestreckt tragen. Aus der Bewegungsmöglichkeit des Oberschenkels ist zu entnehmen, daß es sich mit den Beinen allein nicht erheben konnte. In flachem Gelände wird ihm dies auch unter Zuhilfenahme der Arme nicht gelungen sein, darin pflichte ich Abel 1919 N, allerdings mit anderer Begründung, bei. Ein Hochschwingen durch Flügelschläge auf den Boden aber, wie Abel sich das denkt, ist völlig ausgeschlossen. Die Form der 4. Phalange des Flugfingers verbietet dies, ein starker Schlag auf den Boden würde sie zertrümmern. Auch ist ein Hautflieger kein Vogel. Wenn sich ein Mauersegler auf ebenem Boden befindet, so ist dies wahrlich für ihn keine Normalstellung. Er muß mit den Flügeln aufschlagen, weil dies das einzige Mittel für ihn ist, sich aus seiner hilflosen Lage zu befreien. Er wird auch noch fliegen können, allerdings behindert, wenn er sich dabei ein paar Federn geknickt haben sollte. Anders bei Dorygnathus, einem Hautflieger. Reißt der sich am Boden die Flughaut ein, zerbricht er womöglich die Endphalange, dann ist an ein Hochkommen gar nicht mehr zu denken. Liegen auf flachem Boden scheint mir gleichbedeutend mit äußerster Gefährdung des Tieres. Hingegen möchte ich Abel dahin ergänzen, daß auf die von ihm angegebene Weise es dem Tier möglich sein konnte, sich vom Wasser loszumachen, wenn es beim Fischen hineingeraten war oder (dies aber nur als gedankliche Anregung ausgesprochen), sich ruhend vom Wasser tragen ließ.

In Liegestellung wird sich ein Dorygnathus nur da begeben haben, wo er sich mit Hilfe der Handkrallen aufrichten konnte, bzw. ihm Abflug

[1]) Der Schwanz wird dabei kaum eine Rolle gespielt haben (s. o.).

ohne Aufrichten möglich war; und nun schließt sich die Kette, als deren Glieder die einzelnen Stellungen zu betrachten sind: sein Ruheplatz lag in Felsen. Mehrere Autoren haben schon ausgesprochen, die Flugsaurier müßten Brutpflege betrieben haben, natürlicher Schutz für Eier und Junge aber war dort gegeben.

Wenn auf diese Weise ein einheitliches und ziemlich geschlossenes Bild über die Lebensweise von Dorygnathus zu gewinnen war, sei zum Schluß nochmals betont, daß es ausschließlich für Dorygnathus entworfen ist. Wieviel davon auch für andere Flugsaurier gilt, kann nur genaue Nachprüfung für jeden einzelnen Fall ergeben.

Bücherbesprechungen.

Soergel, W., Die Jagd der Vorzeit. Jena 1922, Gustav Fischer.

Es ist in letzter Zeit, so von Wiegers, entschieden betont worden, daß eine entscheidende Förderung unserer Kenntnisse von der ältesten Geschichte der Menschheit nicht von der Vorgeschichtswissenschaft allein, als vielmehr von seiten der Geologie und Paläontologie zu erwarten ist. Soergel gibt auf der Grundlage der letzten beiden Wissenschaften einen Beitrag zur Vorgeschichte des Menschen, in welchem er uns, in starker Erweiterung einer älteren Arbeit, die Jagd des Paläolithikers ausführlich schildert. Seine „Jagd der Vorzeit" bringt eine wesentliche und vor allem durch kritischen Geist gereinigte Bereicherung dieses wichtigen Kapitels frühmenschlicher Betätigung, das allzuviel zu phantasievoller Ausschmückung anregt — mag man über manche Einzelheit wohl auch anderer Meinung sein können.

Der diluviale Mensch war in allererster Linie Jäger. Kennen wir seine Jagd, so kennen wir seine vornehmste, alles überragende Tätigkeit. Mit ihrer Kenntnis wird es gelingen, seine Lebensweise, die Grundzüge seiner sozialen Verhältnisse, seine geistige Kultur mehr und mehr aufzuhellen. Die grundlegende Frage nach der Bewaffnung des steinzeitlichen Jägers wird dahin beantwortet, daß ihm Holzwaffen zu Wurf und Stoß zur Verfügung gestanden haben dürften. Ob sie mit Steinspitzen bewehrt waren, erscheint sehr fraglich. Gifte zu ihrer Bestreichung standen kaum zur Verfügung. Die Stellung des Paläolithikers innerhalb der diluvialen Tierwelt war eine sehr schwierige. Viele und große Raubtiere umdrängten ihn, während gerade die ältesten diluvialen Menschenrassen auffallend klein waren. Der Mensch wird wenigstens nicht im Altpaläolithikum der erfolgreichste Jäger gewesen sein; die Raubtiere räumten sehr viel stärker unter den Pflanzenfressern auf. Bei Stätten, die auf eine außergewöhnlich erfolgreiche Jagd hindeuten, wie Solutré, müssen besondere Umstände vorgelegen haben; Predmost wird als Jagdstätte des Lößmenschen abgelehnt, wohl mit Unrecht. Die Auffassung von Klaatsch, daß der Diluvialmensch mühelos sich seiner Beute bemächtigte, wird sehr richtig verworfen. Seine Jagdtiere waren recht zahlreich, einzelne aber besonders beliebt: diese kehren in großen Mengen in bestimmten Kulturperioden überall wieder. Fische liebte der Altpaläolithiker nicht, ebensowenig Vögel; sein Körperbau erlaubte den Fang vielleicht noch nicht; anders wurde dies im Jungpaläolithikum. Von kleinen Säugern wurden Biber, Eisfuchs, Schneehase auf einfachste Weise totgeschlagen. Das kleine Wild hat aber für die Küche des Eiszeitmenschen stets nur geringe Bedeutung gehabt. Hauptnahrungsquelle bildete die Großtierwelt. Gejagt wurden der Höhlen- und der braune Bär. Unter den Wildrindern wurde der Bison bevorzugt, der ja auch für die Kunst des Jungpaläolithikums so zahlreiche Vorbilder gab. Elch und Riesenhirsch wurden gemieden; dagegen sollen Elchtiere wegen ihrer geringeren Wehrhaftigkeit in Angriffsjagd, und zwar schon vom Homo Heidelbergensis, öfter erlegt worden sein. Das Pferd wurde mit Beginn des Jungpaläolithikums Hauptjagdtier; es wurde seiner dickwandigen Extremitätenknochen wegen verfolgt, die zu Knochenarbeiten dienten. Ebendasselbe gilt für das Renntier („Renntierzeit"). Sehr ausführlich wird die Jagd auf den Waldelefanten geschildert: die Jagd mittels Fanggruben ist die rentabelste, vielleicht einzig mögliche gewesen. Die Fundumstände in Taubach beweisen klar, daß hier wirklich der Mensch als Jäger aufgetreten ist. Schon Homo Heidelbergensis zog auf den gewaltigen Waldelefanten zur Jagd aus! Fanggrubenjagd wurde auch auf Mammut und Merckscher Nashorn angewendet. Das wollhaarige Nashorn hat keine jagdliche Rolle gespielt.

Es besteht eine Art Entwicklung der vorzeitlichen Jagd. Diese Entwicklung ist aber keine kontinuierliche; jede neue, höhere Stufe ist an das Erscheinen einer neuen Menschenrasse geknüpft. Ganz verschiedene Tiere spielen im älteren und jüngeren Paläolithikum die Hauptrolle als Jagdbeute. Dieser Unterschied hat seine Ursachen in der verschieden hoch entwickelten Waffentechnik und in den verschiedenen körperlichen und geistigen Eigenschaften der Menschenrassen. Krenkel.

Inhalt: Carl Stieler, Neuer Rekonstruktionsversuch eines liassischen Flugsauriers. (6 Abb.) S. 273. — **Bücherbesprechungen:** W. Soergel, Die Jagd der Vorzeit. S. 280.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 21. Mai 1922. | Nummer 21.

Mechanistische und vitalistische Strömungen in der Geschichte der biologischen Theorien.

Ein Vortrag.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Hans-Adam Stolte**, Würzburg.

Das Bild vom Entstehen und Vergehen der biologischen Theorien vom Altertum bis zur Jetztzeit ist bunt und vielgestaltig, es dürfte im Rahmen eines Vortrags nicht zu entwerfen sein. Ich möchte deshalb aus der Menge der verschiedenen Richtungen, die die biologische Theorie eingeschlagen hat, zwei große gegensätzliche Anschauungen herausschälen und sie durch die Jahrhunderte europäischer Geisteskultur verfolgen, nämlich die mechanistischen und vitalistischen Strömungen in der theoretischen Biologie. Ich bin mir wohl bewußt, daß ich damit etwas schematisch verfahre, glaube mich aber zu der Einteilung deshalb berechtigt, weil ihr zwei Typen von Denkern zu entsprechen scheinen, die analytischen und die synthetischen Forscher: Wer sich in mechanistischen Gedankengängen ergeht, sucht die Erscheinungen auf nur quantitative Unterschiede eines Grundstoffes zurückzuführen — so Demokrit auf das Atom —, er analysiert also die Erscheinungen. Der Vitalist dagegen sucht meist nach dem übergeordneten Prinzip, das die widerstrebenden Tendenzen der Einzelerscheinungen zusammenfaßt und so zu einer Weltanschauung verhilft, die das metaphysische Bedürfnis verschiedener Zeiten von der Wissenschaft gefordert hat, ich erinnere nur an die Herrschaft des Aristotelismus das ganze Mittelalter hindurch. Dagegen trat der Mechanismus überall dann hervor, wenn der menschliche Geist voll Siegesbewußtsein nur sich gelten ließ, für sich keinerlei Schranken anerkannte und die Wissenschaft in höchsten Ehren stand. Ich meine die Zeit der englischen und französischen Aufklärung und in Deutschland die Mitte des 19. Jahrhunderts. Die beiden Extreme, auf der einen Seite die Ansicht, daß die biologischen Vorgänge analog chemisch-physikalischen erklärt werden können, auf der anderen Seite die Überzeugung, daß allem Lebenden eine Eigengesetzlichkeit zugrunde liegt, sind natürlich am reinsten bei den konsequenten Denkern vertreten. Wir werden aber auch Theorien finden, die einen mittleren Weg einschlagen. Diese haben aber niemals eine so große Wirkung ausgeübt. Innerhalb der Extreme liegen die Grundanschauungen der biologischen Theoretiker vom Altertum bis zur Gegenwart. Daß auch die Neuzeit über diese Anschauungen nicht herausgekommen ist, hat seinen Grund in der zwiefachen Verkettung des Menschen mit der Vergangenheit: Durch Vererbung sind wir ein Produkt unserer Vorfahren und durch die geistige Tradition sind wir mit den Gedankengängen älterer Forscher verknüpft und wir können nur auf dieser Grundlage weiterbauen.

Die ältesten Urkunden biologischer Forschung, 2000 v. Chr., stammen vom Nil und Euphrat. Maßgebend für die Beschäftigung mit der Biologie war damals allein das praktische Bedürfnis und so waren die Biologen jener Zeit meist Priester und Ärzte. So erklärt sich auch die geringe Ausbeute an biologischer Theorie, nicht nur bei den Ägyptern und Babyloniern, sondern auch bei den großen Kulturvölkern des Ostens, den Indern und Chinesen. Wenden wir uns zu dem Volke der Griechen, bei dem die Wissenschaft sich zum ersten Male in voller Breite entwickelte. Wir müssen uns klar sein, daß sie eine Menge von Anregungen von außen empfingen, die hier aber auf bedeutend fruchtbareren Boden fielen als bei anderen Völkern. Man vermutet, daß die Phöniker es waren, die Kenntnisse und Ideen an den Küsten des Mittelmeeres verbreiteten. Sie übermittelten auch den kleinasiatischen Griechen den neuesten Stand der Wissenschaft. Hier entwickelten sich die Anfänge griechischer Weltbetrachtung.

Die älteste Periode der griechischen Philosophie, die man gewöhnlich die kosmologische nennt, hatte zum Mittelpunkt die milesische Schule. Wenn nun auch die Fragen, die diese Männer beschäftigten, Wesen und Entstehung der ganzen Welt betrafen, so bildeten sich doch bei ihnen schon gewisse Grundbegriffe heraus, die in der biologischen Theorienbildung aller Jahrhunderte wiederkehren. Ich muß deshalb dabei noch etwas verweilen.

Die alten Naturphilosophen waren auf der Suche nach dem einheitlichen Prinzip der Welterklärung und nach dem Urstoff. Hier begegnen uns die schroffsten Gegensätze: Während die eleatische Schule von dem unveränderlichen Sein der Welt überzeugt war, sah Heraklid alles in Bewegung und Kampf. Sein „πάντα ῥεῖ" könnte man als das erste Aufblitzen des Entwicklungsgedankens auffassen und sein Wort: „Der Krieg ist der Vater aller Dinge" ist durch Darwins Formulierung des „Kampfes ums Dasein" wieder aktuell geworden. Ein anderer Denker, Empedokles, der die Welt aus 4 Elementen aufgebaut sah, läßt Liebe und Streit die bewegenden Kräfte dieser Elemente sein. Aus seinen nur

bruchstückweise erhaltenen Schriften wissen wir, daß er die Pflanze für beseelt hielt, eine Ansicht, die bis zum 19. Jahrhundert noch häufig wiederkehrt. Aus der Annahme der 4 Elemente bildete sich die Atomistik heraus, die schließlich durch Demokrit auch auf alles Lebende ausgedehnt wurde. Die Seele besteht ebenfalls aus Atomen. Auf den Siegeszug der Atomistik in der Geschichte der Wissenschaft besonders hinzuweisen erübrigt sich wohl. Sind wir doch heutzutage selbst Zeugen eines gewaltigen Fortschrittes auf diesem Gebiet, an dem Chemie und Physik in gleicher Weise Anteil haben.

Anaxagoras, ebenfalls aus der atomistischen Schule stammend, führte den Zweckbegriff in die Wissenschaft ein. Erwähnen möchte ich noch, daß die Grundidee des Deszendenzgedankens sich bei Anaximander findet: Durch Sonnenwärme entstehen blasige Gebilde aus dem Schlamm, das wurden fischartige Geschöpfe. Einige von ihnen krochen auf das Land und wandelten sich um usf.

Diese älteste Periode der griechischen Philosophie ist noch sehr stark durch religiöse Vorstellungen beeinflußt, und es muß deshalb als ein Fortschritt angesehen werden, wenn Hippokrates wie an der Pforte zu einem neuen Zeitalter der Tatsachenforschung den Ausspruch tut: Das Kennen erzeugt die Wissenschaft, das Nichtkennen erzeugt den Glauben. Die folgende Zeit widmete sich auf philosophischem Gebiet dem Menschen. Es ist das Zeitalter des Sokrates und der Sophisten.

Die letzte Periode griechischer Philosophie wird repräsentiert durch die großen Systematiker Demokrit, Plato und Aristoteles. Plato können wir hier übergehen, sein Hauptinteresse galt, wie das seines Lehrers Sokrates, dem Menschen.

In Demokrit von Abdera und Aristoteles von Stagira stehen sich zum ersten Male Pol und Gegenpol wissenschaftlicher Grundanschauung gegenüber: Demokrit, der Materialist, der Atomist, der alle Erscheinungen des Lebens zurückführte auf letzte Einheiten: der Analytiker, Aristoteles, der Vitalist, der sein System krönte mit dem Begriff der Entwicklung: der Synthetiker. Auch noch von anderem Standpunkt aus vertreten sie schärfste Gegensätze. Demokrit sah als das einzig Wirkliche den leeren Raum und darin die Bewegung der Atome. Damit führte er alles Qualitative auf Quantitatives zurück, auf Atommechanik; hier waltet also ausgesprochener Monismus. Aristoteles dagegen betont ausdrücklich den dualistischen Charakter seiner Anschauungen. Auf den Zentralbegriff seiner Philosophie will ich kurz näher eingehen, weil dieser Begriff neuerdings durch Driesch seine Auferstehung erfahren hat: Entelechie ist bei Aristoteles die Selbstverwirklichung des Wesens in den Erscheinungen, die Seele ist die Entelechie des Leibes, oder allgemeiner ausgedrückt: Entelechie ist Form im Stoff. Aristoteles nimmt 4 Prinzipien des Geschehens an: Materie—Form—Zweck—Ursache. Im organischen Geschehen sind die drei letzteren die verschiedenen Ausdrücke für dieselbe Sache, denn Form = Zweck = Ursache = Entelechie. Das organische Geschehen hat das mechanische und chemische zu seiner Voraussetzung. Eine entsprechende Stufenfolge zeigt das Seelische. Aristoteles spricht den Pflanzen eine vegetative Seele zu, der Assimilation und Fortpflanzung unterstehen, im Tierreich tritt die animale Seele hinzu. Bei keinem großen Philosophen der folgenden Jahrhunderte spielt die Biologie eine so überragende Rolle im System der Wissenschaften wie bei Aristoteles, und sie hat diese führende Rolle das ganze Mittelalter hindurch gespielt, bis Descartes und Galilei den exakten Wissenschaften die Führung übergaben. Diese Bedeutung des aristotelischen Systems erklärt wohl auch die Tatsache, daß da, wo nach Abrundung einer biologischen Weltanschauung gesucht wird, bewußt oder unbewußt die Verbindung mit Aristoteles aufgenommen wird.

Wenden wir uns von diesem Höhepunkte theoretischer Wissenschaft im Geiste weiter durch die Jahrhunderte, so sehen wir die Biologie als Beschäftigung vornehmer Dilettanten wie Plinius, von Gelehrten der alexandrinischen Schule wie Galen, die vom christlichen Dogma stark beeinflußt waren. Durch Jahrhunderte hindurch nahmen sich die Scholastiker der Biologie an, ich erinnere an Albert den Großen. Sie lebten ganz in den Überzeugungen des Aristoteles und Galen und brachten deren Lehren mit der christlichen in Einklang. Daneben bestand eine Überlieferung biologischer Kenntnisse, die im Volke fortlebte und in der Renaissance wiederum das Interesse der Menschen für sich zurückeroberte. Neues an theoretischen Anschauungen wurde in diesen Zeiten nicht gewonnen. Wo die Kenntnis der Tatsachen aufhörte, begann Glaube und Aberglaube.

In diesen im Volke lebenden Vorstellungen von der Tier- und Pflanzenwelt war Theophrastus Bombastus Paracelsus von Hohenheim aufgewachsen, der berühmte Naturarzt, dessen erfrischende Natürlichkeit alle scholastische Stubengelehrsamkeit bitter haßte. Obwohl seine konkreten Kenntnisse der belebten Natur minimal waren, sind seine Ideen über diese Natur doch recht beachtlich. Seine Gedanken über Erblichkeit kommen denen Gregor Mendels nahe (er unterschied dominierende Eigenschaften von unterliegenden, d. h. rezessiven, wie man heutzutage sagt, und sah in den Nachkommen die kombinierten Eigenschaften der Eltern zum Ausdruck kommen). Die Entwicklung verstand er vitalistisch, und als das Bewirkende sah er Kräfte an, die in unentwickelter Form die Materie darstellen sollten.

Trotz so neuer Anschauungen kann die Lehre des Paracelsus nicht in die gerade Entwicklung

der biologischen Theorie von der Scholastik zur Renaissance eingereiht werden. Es sind Laienansichten, die er vertritt. Die Renaissance kümmerte sich nicht um biologische Theorien. Vesal ist ein typischer Vertreter dieser absichtlich nur die Tatsachen berücksichtigenden Richtung. Bezeichnend für diese Zeit ist die Forschungsweise Leonardo da Vincis: Voll leidenschaftlichen Eifers warfen sich diese Renaissancemänner auf die verschiedensten Wissenschaftsgebiete, entdeckten zahlreiche neue Tatsachen, hatten aber nicht die Fähigkeit, sie unter einheitlichen Gesichtspunkten zu gruppieren. Und so endete ihre Lebensarbeit in ungeheurer Zersplitterung. In der Folgezeit aber brachte die auf die Reformation folgende Reaktion der katholischen Kirche ein neues Erblühen der Scholastik, vor allem seit Errichtung der Jesuitenschulen. Dieser konsequenten Schulwissenschaft war die Laienwissenschaft der Renaissance nicht gewachsen. Erst die Begründung der neuen Physik durch Galilei und Descartes brachte ein Gegengewicht zu dem aristotelischen Vitalismus. Es ist verständlich, daß diese Zeit der Rivalität zwischen Tatsachenforschung und einer durch Glaubenssätze gestützten Theorie für fundamentale theoretische Ideen unfruchtbar blieb. Dagegen wurden Tatsachen von erheblicher Tragweite aufgedeckt, ich denke an die Entdeckung des großen Blutkreislaufs durch Harvey im Jahre 1618. Auch manche andere Tatsache, die Aristoteles theoretisch erschlossen hatte, wurde in diesen Jahrhunderten nachgeprüft und bestätigt. Régnier de Graaf, der den Unterschied der beiden Geschlechter feststellte, Gesner und Aldrovandi sind hier zu nennen.

Als nächste Etappe in der Entwicklnng der biologischen Wissenschaft muß der Sieg der Mechanik über den Vitalismus im 17. Jahrhundert erwähnt werden. Aristoteles hat die Biologie als allesbeherrschende Wissenschaft bezeichnet. Die Renaissanceforscher revidierten diese Ansicht und schränkten den Bereich der Biologie zugunsten der mechanischen Naturwissenschaften ein. Leonardo, die nüchternde Betrachtung der Tatsachen an erste Stelle stellend, leitete diese Bewegung ein, wie schon früher erwähnt wurde. Die Beobachtung der Organismen führte zu Analogien mit physikalischen Vorgängen und allmählich trat die mechanische Naturbetrachtung ihre Vorherrschaft an. Die Gelehrten verloren die Biologie vollkommen aus den Augen und ein Systematiker wie Bako von Verulam, der an einem Wendepunkt der europäischen Geistesgeschichte steht, kennt in seinem System der Naturwissenschaften nur noch Mathematik, Physik und Astronomie, aber keine Biologie.

So sank die Biologie zur Beschäftigung von Dilettanten herab, die mit Hilfe der eben erfundenen optischen Linsen in das Innere des Mikrokosmos einzudringen suchten. Daß in diesem Neuland zahlreiche neue Tatsachen zutage gefördert wurden, war nicht verwunderlich und so haben Leute wie Redi, Malpighi, Swammerdam, Réaumur, Rösel von Rosenhof und Spallanzani Bedeutung für die Geschichte der Biologie. Der einzige theoretische Niederschlag dieser Tatsachenforschung war die Präformations- oder Einschachtelungstheorie: die Verquickung durch Beobachtung festgestellter Tatsachen mit kirchlichen Anschauungen führte dazu sich alle Tiere einmal erschaffen vorzustellen. So sollten also die jetzigen Menschen in ihrer Stammmutter Eva vorgebildet gewesen sein. Als Leeuwenhoeck aber das Spermatozoon entdeckt hatte, das nach ihm die Form eines winzigen Männleins haben sollte, verlegte man die Einschachtelung in das männliche Geschlecht. Die Vertreter beider Ansichten bekämpften sich heftig.

Ein Erneuerer der Lehren des Paracelsus erschien in van Helmont, einem Pietisten und Schüler Hohenheims. Für ihn sind Wasser und Luft die Grundstoffe für alles Lebende. Sein Einfluß auf spätere Denker wie Leibniz und Goethe ist groß gewesen. Die einseitige Betonung mechanistischer Denkweise rief vitalistische Gegenströmungen auf den Plan, deren wichtigste die Lehre G. E. Stahls, eines Weimarer Arztes ist. Er versucht Mechanismus und Vitalismus zu versöhnen. Als eigentümlich für biologische Vorgänge bezeichnet er das zweckmäßige Geschehen. Diese Zweckmäßigkeit wird durch die Seele bewirkt.

Offensichtlich im Anschluß an Descartes aber unter Übernahme vitalistischer Ideen hat Leibniz seine Naturphilosophie begründet, die die Grundlage für wichtige biologische Spekulationen folgender Zeiten legte. Leibniz war noch ganz in den Anschauungen einer Präformation befangen, Entwicklung bedeutete also für ihn Auswicklung. Andererseits geht die Evolution über das Individuum hinaus und er kommt hier zu einer Art Phylogenie (Stammesgeschichte). Auch die Paläontologie förderte er durch neue Anschauungen. In den Versteinerungen sah er nicht nur Spiele der Natur sondern Zeugnisse vergangener Formen, die bei einer anderen Verteilung von Land und Wasser gelebt hatten. Auch Leibnizens Monadenlehre ist fruchtbringend für die Biologie geworden. Die Monaden, eine neue Form der platonischen Ideen, stellen eine Stufenleiter von der leblosen Welt bis zu den höchsten Wesen dar. Der Vergleich ähnlicher Monaden weist auf die organischen Einheiten und je näher die Monaden einander stehen um so ähnlicher sind sie. Es klingen hier Prinzipien der vergleichenden Forschung an, die aber von Leibniz nicht weiter verfolgt werden. Seine im ganzen mechanistische Theorie (eine vitale Kraft nimmt er nur für den Anfang alles Lebens an) machte ihn zum Gegner Stahls. Auf Leibniz gehen alle Theorien zurück, die einen einheitlichen Bauplan der Tiere annehmen und über das Wesen der Art sich auslassen.

Die Auffassung der Organismen als historische Wesen wurde von Bonnet besonders betont, der im übrigen ganz im Leibnizschen Fahrwasser segelte.

Viel wichtiger für die Weiterentwicklung theoretischer Anschauungen ist die erste große epigenetische Theorie, die theoria generationis von Caspar Friedrich Wolff. Unter Epigenese versteht man im Gegensatz zu Präformation eine Entwicklung durch sukzessive Neubildung der sich differenzierenden Teile des Organismus. Wolff unterschied mehrere Grundprinzipien: 1. die wesentliche Kraft und 2. die Erstarrung als Prinzip der Entwicklung. Aus dem Zusammenwirken von 1 und 2 geht die organische Form hervor. 3. Der Körper ist zunächst strukturlos, die Struktur ist die Folge der Entwicklung. Die theoria generationis fand erst Anerkennung, als durch embryologische Untersuchungen Meckel und C. E. v. Baer gewissermaßen die Illustration dazu gaben.

Das Interesse an der Artenkenntnis nahm bei dem Fehlen theoretischer Betrachtungen im 18. Jahrhundert erheblich zu; das äußerte sich vor allem in dem Erscheinen von Tier- und Pflanzenbüchern. Als Krönung dieser Bestrebungen haben wir die systematischen Arbeiten Linnés anzusehen. Für das Gebiet dieses Vortrags ist Linnés bedeutendste Leistung die Darstellung des Artbegriffs. Art- und Gattungsbegriff unterschied man schon seit Plato, aber sie führten ein wesentlich ideelles Dasein. In ähnlicher Weise benutzte Aristoteles diese Begriffe und nach ihm die Scholastik des Mittelalters. Der Rationalismus des 17. Jahrhunderts verstand sie ebenso. Linné nahm an, daß die Gattungen und Arten der Tiere und Pflanzen so geschaffen sind, wie sie jetzt existieren und hauptsächlich physiologisch charakterisierbar sind, d. h. eine Pflanzenart ist eine Pflanze, die samenbeständig ist. Daneben kommen ihr eine Anzahl äußerer Charaktere zu, die die Feststellung der Art erleichtern. Diese wurden in der Folgezeit für das Hauptcharakteristikum der Art angesehen.

Die Jahrhunderte voller Einzelentdeckungen und doch so arm an Ideen neigten sich ihrem Ende zu und herauf zog ein Zeitalter neubelebter Spekulation, auch auf biologischem Gebiete, das Zeitalter der Aufklärung. An der Pforte dieser Zeit steht Buffon, selbst Dilettant und eigentlich kein Biologe, jedenfalls alles andere als ein Systematiker. Er trat als schärfster Gegner Linnés auf, verachtete die trockenen Definitionen und strebte eine natürliche, d. h. volkstümliche Beschreibung der Lebewesen an. Wir sehen hier die Auflehnung des natürlich empfindenden Menschen gegen die Auswüchse des Rationalismus und die trockenen logischen Deduktionen der mittelalterlichen christlichen Wissenschaft. Dieser Kampf zog weitere Kreise und wurde schließlich ein Kampf um Gott und Religion, der von der englischen und französischen Aufklärung energisch aufgenommen wurde. Hatte schon der Rationalismus das Wirken Gottes auf eine einmalige Schöpfung aller Lebewesen beschränkt, so ersetzte die Aufklärung Gott durch die schaffende Natur. Damit bahnte sich die Frage nach einer natürlichen Entstehung der Organismen an. Allerdings, die ersten Versuche einer solchen Erklärung sind noch sehr naiv: Aus organischen Molekülen sollten sich die Organismen aufgebaut haben, die an sich unveränderlich sind. Eine Änderung der Tierwelt, die Buffon aus geologischen Tatsachen folgerte, kann nur so zustande kommen, daß die Formen wieder in organische Moleküle zerfallen, aus denen neue Arten aufgebaut werden. Merkwürdig, ein Nichtbiologe gab den Anstoß zu einer Reihe wissenschaftlicher Großtaten, deren Erwähnung uns zu Cuvier und den anderen französischen Morphologen führt.

Das wichtige Prinzip, auf dem diese Forscher ihre Ideen aufbauen, ist das der Kontinuität, der Stufenfolge der Organismen. Es begegnete uns schon bei Leibniz und läßt sich bis auf Plato zurückverfolgen. Morphologie, die Lehre vom Aufbau des Körpers und vergleichende Anatomie als Frucht der Studien über Symmetrie und der Lage der Teile zueinander standen damals im Mittelpunkt des Interesses. Auf botanischem Gebiet brach de Candolle den neuen Anschauungen Bahn: Die wahre Natur der Organe erkennt man 1. am Fehlschlagen der Organe, 2. an Verwandlung und Ausartung der Teile, 3. am Verwachsen der Teile.

Unter den Zoologen der damaligen Zeit will ich nur zwei Männer erwähnen, Cuvier und Geoffroy-St. Hilaire. Cuvier nahm an, daß Form und Funktion eines Tieres eine geschlossene Einheit darstellen. Fehlen eines Körperteils stört die Planmäßigkeit seiner Form. Diese Planmäßigkeit führt Cuvier auf die Korrelation der Formen zurück. Eine scharfe Grenze zwischen physiologischer und morphologischer Korrelation existiert bei ihm noch nicht. Eine Typenlehre ist der Schlußstein seines Ideengebäudes, das nicht rein morphologisch begründet ist. Die zweite bedeutende Leistung Cuviers bestand in der Heranziehung der Paläontologie für die vergleichende Morphologie. Damit schuf er eine geschichtliche Betrachtung der Organismenwelt und gab der Geologie ein Mittel zu relativer Altersbestimmung an die Hand. Man sollte denken, daß von diesem Standpunkt aus eine stammesgeschichtliche Theorie hätte gewonnen werden können. Aber Cuvier lebte noch zu sehr in den Anschauungen des Rationalismus, das biologische Experiment war ihm fremd und die Tatsachen der Embryologie galten ihm nichts. Sein Gegner in dem sog. Akademiestreit Geoffroy-St. Hilaire vertrat einen viel konsequenteren Standpunkt in der Morphologie, der nicht mit physiologischen Analogien verquickt war. Seine Grundannahme war ein qualitativ einheitlicher Bauplan der Tiere. Unterscheidend sind nur

quantitative Unterschiede. Ob dieser Anschauung geriet er mit Cuvier in den bekannten Streit, in dem Cuvier Sieger blieb, da er den Augenschein der qualitativen Unterscheidbarkeit der Tierklassen für sich hatte. Als Idee war die Ansicht Geoffroys die größere und gewann mehr Einfluß auf die Geister. Die deutschen Naturphilosophen und Goethe übernahmen einen Teil seiner Anschauungen.

Um die Wende zum 19. Jahrhundert tritt ein Hauptvertreter der biologischen Theorie hervor, dessen Ansichten noch heute im Mittelpunkt der Diskussion stehen, ich meine Lamarck. Er fußt auf der Ansicht älterer Forscher von der Stufenfolge der Organismen. Wie entsteht sie? Mit Hilfe eines Fluidums, das in die Masse sich ergießt; so entsteht Leben und so vervollkommnet es sich. Dabei führt das Bedürfnis nach einem Organ zu seiner Ausbildung. Durch Übung erstarken solche Organe und können sich als solche vererben. Lamarck hat die Anerkennung seiner Lehre bei den Zeitgenossen nicht erreicht. Ihm erwuchs ein Gegner in Cuvier.

Auf dem Boden der Betrachtungen eines Leibniz, Cuvier und Geoffroy entstand im Anfang des 19. Jahrhunderts eine idealistische Morphologie, die den Gedanken des Bauplans in der Organismenwelt weiterspann und ihre ausgeprägteste Form in Goethes Metamorphosenlehre fand. Goethe verfolgte die Entwicklung der Pflanze Schritt für Schritt und fand eine Metamorphose der einzelnen Organe aus der einheitlichen Grundform. Was uns interessiert, ist, daß Goethe das Wesen des Lebens in der lebendigen Bewegung sah.

Allmählich entwickelte sich die Idee einer genetischen Betrachtungsweise. Entwicklung ist nach K. Fr. Wolff eine Folge von Kräften, deren Spannung Formveränderungen verursachen soll. Diese Veränderungen wurden studiert von Doellinger, v. Baer, Pander u. a. K. E. v. Baer führte die meisten der heute in der Entwicklungsgeschichte üblichen Begriffe in die Wissenschaft ein. Theoretisch war er Vitalist und bekämpfte die wiederauflebende Lehre von der Präformation, der besonders Embryologen huldigten, die in der Entwicklung nur wieder eine Auswicklung verstanden. v. Baer entwickelte eine sog. Formationstheorie. Er behauptete, daß die Tiere zuerst den Typus darstellten, dann die Klasse, dann die Ordnung, die Familie usw. Der Versuch eines Systems auf genetischer Grundlage wird von ihm gemacht. In derselben Richtung einer genetischen Betrachtungsweise wirkten Schleiden und Schwann. Dieser sah den Organismus als ein gesetzmäßiges Aggregat von Einzelwesen niederer Ordnung an; er sträubte sich gegen eine vitalistische Theorie des Lebens. Einen neuen Aufschwung des Vitalismus brachte der Führer der deutschen physiologischen Forschung um die Mitte des 19. Jahrhunderts, Johannes Müller. Es handelte sich bei ihm vielfach um reine Spekulation, die sich vom Experiment fernhielt und mehr nur eine vitalistische Grundstimmung darstellte, auf der kein ausgeprägtes System sich aufbaute. Das ist wohl auch der Grund, daß der größte Teil der Schüler Müllers, die Haeckel, Helmholtz, du Bois-Reymond und Virchow sich alle mechanistischen Richtungen anschlossen. Die Arbeitsmethoden ihres Lehrers übernahmen sie wohl, doch seine theoretischen Anschauungen waren nicht konsequent und ausgesprochen genug. In Frankreich suchte die Physiologie Anschluß an Chemie und Physik. Ich erwähne hier nur Magendie.

Waren die ersten Jahrzehnte des Jahrhunderts einer idealistischen Theorie günstig gewesen, so trat allmählich eine Reaktion gegen die verstiegenen Ideen jener Männer ein. Diese Reaktion sog ihre Kraft aus den Schriften der Engländer Locke, Berkeley, Hume und Mill, in Deutschland bekämpfte der Philosoph Hermann Lotze den Vitalismus. Er empfahl Beobachtung der Natur und Erforschung der Ursachen der Lebensvorgänge. Als Naturforscher übte Helmholtz einen großen Einfluß in derselben Richtung aus und bereitete den Empirismus vor. Als stärkste Gegner der Naturphilosophen erschienen die Materialisten, in der Philosophie Feuerbach und David Friedrich Strauß, in der Biologie waren Karl Vogt, Moleschott und Büchner ihre Führer. Für sie war auch das Psychische Materie, „Gedanken ein Sekret des Gehirns".

Aus diesem Durcheinander extremer Anschauungen erwuchs die bedeutendste und umfassendste Theorie des 19. Jahrhunderts, die Lehre Charles Darwins. Ich will diese kurz charakterisieren: Darwin ging von der Tatsache aus, daß eine größere Zahl von Individuen einer Art sich nie völlig einander gleichen, daß also eine Art in eine Anzahl Varietäten aufgeteilt werden kann. Er leitete daraus seine erste Grundansicht ab, die Variabilität der Organismen. Unterschiede zwischen den Arten entstehen durch direkten Einfluß der Außenwelt. Die zweite Grundanschauung der Darwinschen Theorie ist die der Vererbung der obenerwähnten Varianten. Auf dieser Grundlage gibt nun Darwin für die Entwicklung der Organismen eine Erklärung durch die Theorie der natürlichen Zuchtwahl. Er nahm an, daß analog dem Tierzüchter, der unter seinem Material die geeignetsten Individuen zur Fortpflanzung ausliest, die Natur eine natürliche Zuchtwahl treibe. Das Mittel dafür ist der Kampf ums Dasein, den man sich nicht als einen Kampf vorzustellen braucht, sondern etwa so: Bei der Überproduktion von Keimen können wegen nicht ausreichender Ernährung nur die kräftigsten überleben.

Der Ausgangspunkt für Darwins Gedankenrichtung ist in den soziologischen Schriften des damaligen England zu suchen, besonders der Einfluß von Malthus ist bedeutend. Außerdem

hat der Geologe Lyell noch Einfluß auf Darwin ausgeübt.

Zur gleichen Zeit kam Wallace auf sehr ähnliche Ideen, konnte sie aber nicht in so große Zusammenhänge bringen und auf so einfache Grundprinzipien zurückführen.

Wie Sie wissen hat der Darwinismus von Anfang an eine große Gegnerschaft gehabt. Es waren zwei Weltanschauungen, die hier sich gegenübertraten. Die alten Biologen suchten in der Weltentwicklung einen großen allgemeinen Sinn. Darwin dagegen wollte einfach die Entwicklung beschreiben.

Von dieser Zentraltheorie des 19. Jahrhunderts strahlen die verschiedensten Theorien nach allen Seiten aus, teils jene ausbauend, teils neue Wege einschlagend. Eine philosophische Begründung des Darwinismus suchte Herbert Spencer in England zu geben. In Frankreich dagegen konnte die neue Lehre nicht Fuß fassen. Auf um so fruchtbareren Boden fiel sie in Deutschland. Ernst Haeckel bildete sie weiter und gab ihr insofern eine neue Richtung, als die von Darwin behandelten Gebiete, nämlich Variabilität und Vererbung bei ihm zurücktraten, dafür aber Systematik, Morphologie und Embryologie in den Vordergrund gestellt wurden. Die Systematik wurde bei ihm zur Phylogenie, in der Embryologie formulierte er das biogenetische Grundgesetz und die Gasträatheorie. Das biogenetische Grundgesetz war von Fritz Müller bei Untersuchung von Larvenformen der Krebse aufgestellt worden und besagt, daß die Keimesgeschichte der Organismen eine mehr oder weniger veränderte Wiederholung der Stammesgeschichte ist, und die Gasträatheorie führt alle vielzelligen Tiere auf eine einheitliche Grundform zurück. Erwähnen wir schließlich noch Haeckels Monismus! Ihm liegt eine mechanistische Anschauung zugrunde: Materie, die zugleich beseelt ist, ist der Baustoff aller Dinge, der organischen wie der anorganischen Körper.

Einen Versuch, die darwinistische Theorie rationalistisch umzugestalten, unternahm C. v. Nägeli. Seinen an Darwin orientierten Überlegungen pfropfte er ein Vervollkommnungsprinzip auf, einer mechanistischen Theorie eine vitalistische Teleologie. Für die Entwicklung der Organismen nahm er einen einheitlichen Plan an.

Die konsequenteste Fortsetzung der Lehre Darwins wurde wohl von August Weismann durchgeführt. Er stellte die Selektion als das allmächtige Prinzip in der Entwicklung auf. Der Angriffspunkt für sie ist das Keimplasma, dessen Unsterblichkeit im Gegensatz zum Körperplasma Weismann besonders betonte. Die Wichtigkeit des Keimplasmas zeigt sich auch darin, daß nur die äußeren Einflüsse, die bis zu ihm vordringen, vererbt werden. Weismann wies auch experimentell nach, daß somatisch erworbene Eigenschaften nicht erblich sind. Weismanns Keimplasmalehre hatte ein präformistisches Gewand und führte die Selektion durch bis zu den kleinsten angenommenen Einheiten der lebendigen Substanz.

Mancherlei Umbildungen und Abänderungen erlitt Darwins Lehre. Der Geograph Moritz Wagner hielt die Wanderung der Tiere für einen wichtigen Faktor der Artbildung. In neuer Umgebung, fern von ihren Artgenossen, mit denen sie sich weder vermischen noch den Kampf ums Dasein auskämpfen müssen, bilden sie Lokalvarietäten, der erste Schritt zur Artbildung.

Auch Wilhelm Roux' Kampf der Teile im Organismus ist eine Anwendung Darwinscher Anschauung auf einem besonderen Gebiete. Innerhalb der Gewebe wird ein Konkurrenzkampf ausgefochten und der stärkere Teil breitet sich durch funktionelle Anpassung immer mehr aus.

Die Psychologie schloß sich ebenfalls dem Darwinismus an. Die vergleichende Psychologie verglich die psychischen Äußerungen der Tiere genau wie morphologische Merkmale verglichen werden. Eine strenge Scheidung von Instinkt und Intelligenz hörte auf. Instinkt ist nach Darwin ererbte Gewohnheit, Instinktunterschiede kommen durch Selektion zustande. Im Gegensatz dazu betonte der Jesuitenpater Wasmann den grundsätzlichen Unterschied zwischen Instinkt und Intelligenz. Er steht mit dieser Ansicht unter den Biologen ziemlich vereinzelt da.

Man unterscheidet heute die Biologen je nach ihrer Stellung zur Frage der Vererbung erworbener Eigenschaften als Lamarckisten und Darwinisten, obgleich Darwin noch eine solche Vererbung annehmen zu müssen glaubte, im übrigen sich allerdings von Lamarck lossagte. Der Lamarckismus des 19. Jahrhunderts hat nur ein Charakteristikum: Die Gegnerschaft gegen den Darwinismus. Man kann bei ihm alle Schattierungen konstatieren, vom Psycholamarckismus Wagners und Paulys bis zur Vermählung beider Ansichten bei Haeckel. Die bedeutendste Ausbildung erfuhr der Lamarckismus durch Eimer. Er nimmt eine Entwicklung über das Individuum hinaus an, ein phyletisches Wachstum, das nur in einer Richtung geht und deshalb nur Varianten in dieser einen Richtung schafft. Deshalb nennt Eimer seine Theorie Orthogenesis. Belege für sie bringt er vor allem in der Zeichnung und Färbung der Schmetterlinge.

Noch eine eigenartige Idee möchte ich an dieser Stelle erwähnen. Ewald Hering formulierte die Analogie der Entwicklung des Körpers mit der der Seele in seinem Akademievortrag „Das Gedächtnis als Funktion der lebenden Materie". Der Reiz der Außenwelt ruft eine Reaktion im Organismus hervor und hinterläßt eine Spur, die sich bei Wiederholung der Reize summieren kann. Semon verarbeitete diese Anschauung zu einer Entwicklungshypothese der Organismen. Die „Mneme" bezeichnet die Summe des von den Vorfahren erworbenen und Engramm

nennt Semon die einzelne hinterlassene Spur. Um den Kreis der Lamarckisten vollständig vorzuführen, muß ich noch Arthur Schopenhauer und Eduard v. Hartmann erwähnen. Ersterer verwarf alle Phylogenie und brachte wieder die alte Lehre der Einheit des Planes der Organismen vor. Letzterer schwankte zwischen wissenschaftlichem Mechanismus und metaphysischem Vitalismus.

Wir kommen schließlich zu den modernsten Vertretern der biologischen Theorie und ich möchte hier nur zwei gegensätzliche Meinungen anführen, die von Wilhelm Roux und von Hans Driesch. W. Roux, ein Schüler Haeckels, begann bereits bei seinen ersten Arbeiten die Frage nach der Entwicklung zu vertiefen, indem er nicht nur die Entwicklung als eine Folge von Formzuständen darstellte, sondern die Ursachen dieser Entwicklung zu ergründen suchte. Die mechanistische Anschauung sucht er nicht durch Vergleichnng zu belegen, sondern durch das Experiment, um die Natur zu begreifen, nicht nur sie darzustellen. Die neue Wissenschaft nannte er Entwicklungsmechanik, Mechanik verstanden im Sinne wie Kant eine Mechanik = kausale Betrachtung des Himmels verfaßte. Hans Driesch, ebenfalls zu Anfang Entwicklungsmechaniker und Schüler Roux', wandte sich bald der logischen Begründung der Biologie zu, verwirft eine mechanistische Auffassung und behauptet die Eigengesetzlichkeit des Lebens. Es würde zu weit führen auf Drieschs Anschauungen näher einzugehen. Bemerken möchte ich nur, daß er die Entelechielehre des Aristoteles in seinem System verwandt hat, um durch Beantwortung der letzten theoretischen Fragen der Biologie sein Weltbild abzurunden.

Ich bin am Ende meiner Betrachtung. Überblicken wir noch einmal die ganze Entwicklung der theoretischen Anschauungen, von Demokrit und Aristoteles, den ersten Höhepunkten, wie dann das Mittelalter hindurch die Lehre des Aristoteles unbestritten herrschte und in der Renaissance der Versuch gemacht wurde, sich von der Scholastik und in der Zeit der Aufklärung sich von der Herrschaft des Rationalismus freizumachen, wie dann im 19. Jahrhundert Morphologie, Embryologie und Physiologie als selbständige Wissenschaften auftraten und wie endlich, auf sie gestützt, in der Mitte des 19. Jahrhunderts Darwin die erste umfassende Theorie der organischen Natur aufstellte, an deren Begründung oder Überwindung sich noch heute Freund und Feind abmühen, so wird bei manchem von Ihnen die Frage auftauchen: Ist hier überhaupt ein Fortschritt zu bemerken und wozu diese Bemühungen?

Nun, zwei Gründe sind es wohl, die die Biologen hin und wieder von der Arbeit aufsehen lassen, um sich vom eigenen Standpunkt aus ein Bild der Gesamtheit der organischen Welt zu entwerfen. Einmal ein metaphysisches Bedürfnis (Schopenhauer), besonders bei synthetischen Naturen. Dann aber ein viel wichtigerer Grund; vom Stand des konkreten Wissens aus zur Theorie zu schreiten um neue Probleme aufzudecken, die der Forscher in Angriff nehmen kann. Im höchsten Maße leistete diesen Dienst die Darwinsche Theorie für die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts. Es kann nicht verlangt werden, daß die Tatsachen, die ihr zugrunde liegen, noch stimmen, aber aus dem leidenschaftlichen Kampfe, der sich um Geltung oder Ablehnung der Theorie entspann und der heute noch immer unentschieden weitergeht, haben eine große Menge Wissenschaftszweige neue Anregung gewonnen und eine Fülle neuer Tatsachen zutage gefördert. Das, meine ich, ist die größte Bedeutung theoretischer Betrachtungen.

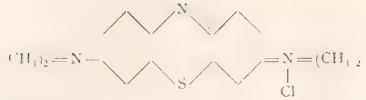
Einzelberichte.

Azidität und Basizität.

Es ist bekannt, daß im elektrochemischen Sinne zwei Zustände die Mannigfaltigkeit der chemischen Stoffe beherrschen, der saure und der basische Charakter. Als einem dritten Typus zugehörig hat man jedoch noch diejenigen Verbindungen zu klassifizieren, die beiden Zuständen entsprechen, die sog. Amphoteren. Wie zumeist, bieten gerade diese in einem Grenzgebiet liegenden Stoffe der theoretischen Behandlung die größten Schwierigkeiten, setzen sich in ihnen doch die experimentell ermittelten Tatsachen über unsere immer willkürlichen Klassifikationen hinweg. Andererseits mahnen die Widersprüche zwischen enger Definition und breiter Erfahrung zu gelegentlichen Nachprüfungen unserer theoretischen Grundvorstellungen, womit dann in der Regel eine sachgemäßere Fassung dieser erreicht zu werden pflegt. Über diese Sachlage spricht sich im besonderen Falle der Azidität und Basizität Rudolf Keller aus.[1])

Die Kennzeichnung der Amphotere ist, wie erwähnt, schwer, weil je nach den Umständen der gleiche Stoff als Base oder als Säure reagiert. Beispiel: die Oxyde der Metalle von mittlerer Stellung in der Spannungsreihe. Eisensauerstoffverbindungen sind gegenüber starken Säuren ausgesprochene Basen, in starken Basen aber Säuren. Bedenklicher noch sind Kennzeichnungen des Charakters der Teerfarbstoffe, die mit wenigen Ausnahmen amphoter sind. Beispielsweise gilt das Methylenblau von der Formel

[1]) Zeitschr. f. physikal. Chemie 98, S. 338, 1921.



als „Base". Der Grund für diese Bezeichnung wird in den naturgemäß basischen Amidogruppen gesehen. Ein Farbstoff wie das Kongorot aber findet sich durchweg als „Säure" bezeichnet, weil die in ihm enthaltene Sulfogruppe salzbildend ist. Aber auch diese Verbindung enthält Amidogruppen, und im Sinne der herkömmlichen Ausdrucksweise der Strukturchemie sollte auch hier dem zweifellos vorliegenden, wenn auch nur teilweisen „basischen" Charakter Ausdruck gegeben werden können.

Als klassisches Beispiel für diese Unzulänglichkeit unserer heutigen Klassifikation wird das Pyrrholblau genannt. Sein Entdecker, P. Ehrlich, reihte es entschieden unter die basischen Farbstoffe; jetzt wird es ebenso entschieden den sauren zugerechnet.

Handelt es sich in den genannten Fällen vorwiegend um nomenklatorische Unstimmigkeiten, die man billig auf sich beruhen lassen könnte, so begegnet man in anderen Fällen ernsten Schwierigkeiten, die unsere gesamten theoretischen Grundvorstellungen berühren. Faßt man den Gegensatz basisch-sauer nämlich elektrochemisch, so gilt die bekannte grundlegende Regel: bei der Elektrolyse erscheinen die Säuren am positiven, die Basen am negativen Pol. Mithin sind die Säuren elektronegativ, die Basen elektropositiv. Nun ist schon lange bekannt, daß Basen in Lösungsmitteln, deren Dielektrizitätskonstante kleiner ist, keine Basen mehr sind. Für Säuren gilt mutatis mutandis dasselbe. Es handelt sich hier um die geläufigen, insbesondere von Nernst formulierten Beziehungen zwischen Dissoziation und Dielektrizitätskonstante. Schon dieser Zusammenhang offenbart den durchaus relativen Charakter des basischen bzw. sauren Zustandes. Noch mehr aber wird dies deutlich an den Versuchen von Keller, sowie von R. Beutner.

Keller hat versucht, mikroskopische Verfahren auszuarbeiten, um die Elektrizitätspole natürlicher pflanzlicher und tierischer Gewebe aufzufinden. Er behandelte Schnitte mit Metallsalzlösungen und bestimmte den Ort der Metallausscheidung. Dieser wäre dann als Kathode anzusprechen gewesen. Wurden nun aber zu den Versuchen Teerfarbstoffe genommen, die für die Histologie in erster Linie von Bedeutung sind, so zeigten diese ein ganz unverständliches Verhalten. Sogenannt „basische" Farbstoffe färbten nicht an dem vorher als kathodisch erkannten Ort, sondern entgegengesetzt an der Anode. Sehr zahlreiche Versuche an den verschiedensten Schnitten, deren Elektrotopographie allmählich völlig eindeutig geworden war, ergaben das im Sinne der klassischen Konstitutionschemie überraschende Resultat, daß die meisten „basischen" Farbstoffe zur Anode, einige „saure" zur Kathode wandern.[1]) Desgleichen fand Beutner[2]) bei Versuchen an leblosen Modellen, die gewissen physiologischen Erscheinungen an Nerven- und Muskelschnitten nachgeahmt waren, daß die typischen und stärksten Säuren, wie Salz- und Schwefelsäure an der Kathode, also am Basenpol dann erscheinen, wenn er zwischen verschieden stark konzentrierte Lösungen eine schlechtleitende, wässerige Mittelschicht schaltete. Der positive Pol war stets (wenn die Mittelschicht z. B. Salicylaldehyd enthielt) auf der Seite der höheren Konzentration, also unabhängig vom basischen oder sauren Charakter der in der Kette liegenden Lösung! Endlich ist in diesem Betracht wichtig eine Arbeit von A. Bethe über „Ladung und Umladung organischer Farbstoffe".[3]) Schon der Titel läßt erkennen, daß der elektrochemische Charakter solcher Verbindungen eben wechselt. Er wechselt nach Bethe mit der Beschaffenheit des Lösungsmittels. Selbst neutrale Kochsalzlösungen lassen das oben erwähnte basische Methylenblau zur Anode wandern! Da man in pflanzlichen und tierischen Geweben praktisch niemals salzfreie Lösungen hat, so war das scheinbar paradoxe Ergebnis der Kellerschen Versuche wenigstens phänomenologisch erklärt.

Die theoretische Deutung aller dieser Befunde ist nun von weitgehender Bedeutung für unsere Auffassung von Azidität und Basizität überhaupt. Die Elektropolarität der Farbstoffe ist keine konstitutive Funktion, sondern hängt von der Dispersion des Farbstoffes, sodann von der Dielektrizität des Lösungsmittels und dessen Konzentration ab. Damit erklären sich nun zunächst die mitgeteilten physiologisch-chemischen Ergebnisse. Dann aber klären sich eine Reihe widerspruchsvoller Befunde der Kolloidchemie auf. Von Goppelsroeder stammt bekanntlich die Methode der „Kapillarisation", um Farbstoffadsorptionen in Filtrierpapier zu prüfen: in die Lösung des Farbstoffes wird ein Filtrierpapierstreifen gehängt, und man beobachtet den kapillaren Aufstieg der Lösung. Es zeigte sich, daß der Aufstieg kapillar elektrische Ursachen hat (Fichter). Es galt bisher von ihm die Fichter-Sahlbomsche Regel: beim kapillaren Anstieg scheiden sich positive Sole unten ab. Diese in den Handbüchern sich vorfindende Fassung ist nach den neuen Befunden unzutreffend, da sich, wie gezeigt, ein absoluter elektrochemischer Charakter der Teerfarbstoffe im besonderen gar nicht bewahrheitet. Vielmehr lautet die den Tatsachen gemäße richtige Kapillar-

[1]) Biochem. Zeitschr. 115, S. 134, 1921. — Archiv f. mikroskop. Anatomie 95, S. 61, 1921 und anderen Orts.
[2]) R. Beutner, Die Entstehung elektrischer Ströme in lebendem Gewebe. Stuttgart 1920, Ferd. Enke.
[3]) A. Bethe, Kolloid-Zeitschr. 27, S. 11, 1920.

regel: beim Aufstieg in Stoffen von der Dielektrizitätskonstante 2—5 (Filtrierpapier, Glaswolle, Quarzsand) werden sowohl von kolloiden wie von ionendispersen Stoffen die anodisch wandernden unten ausgefällt oder adsorbiert, die kathodisch wandernden und die neutralen steigen mit dem Lösungsmittel auf. Dies ist nur scheinbar eine Umkehr der Regel. Führt man sich immer vor, was die Kellerschen Arbeiten beweisen, daß Azidität und Basizität durchaus relative Begriffe sind, so entspricht allein die neue Fassung den längst richtig beobachteten Tatsachen. Der Mechanismus des Aufstieges beruht auf der kapillarelektrischen Natur der Farbstoffe; diese hinwieder hängt ab von der Differenz der Dielektrizitätskonstanten von Wasser und Farbstoff. Nach dem Gesetz von Coehn (1898) lädt sich der Stoff mit der höheren Konstante bei der Berührung positiv. Dementsprechend wandern fast alle Kolloide in Stoffen von niedriger Konstante (Alkohol, Äther, Benzin, Benzol) zur Kathode, in Wasser mit hoher Dielektrizitätskonstante zur Anode. Das Kontaktpotential wird also in höchstem Maße von der Dielektrizitätskonstante bestimmt.

Azidität und Basizität sind mithin, wie wiederholt betont sei, relative Begriffe,[1]) die demselben Stoff beigelegt werden können, je nach dem Dispersionsmittel, seiner Eigenladung und dessen Dielektrizitätskonstante. Diese für die grobdispersen Kolloide bereits geläufige Vorstellung wird in der Kellerschen Arbeit verallgemeinert. Obwohl von feineren quantitativen Beziehungen darin noch nicht die Rede ist, so läßt sich doch mit Sicherheit ihre Wichtigkeit für die Theorie und Praxis der Adsorption, der Färbung, der biophysikalischen Kolloidtransporte (bei Giften, Nahrungsmitteln usw.) voraussagen.[2]) Insbesondere wird die Färberei in Zukunft nicht allein die chemischen Beziehungen zwischen Farbstoff und Faser, sondern ebenso nachdrücklich die Differenz der Dielektrizitätskonstanten in Rücksicht ziehen. H. Heller.

Parthenogenesis und Nekrohormone.

G. Haberlandt hat seinen experimentellen Untersuchungen an Oenothera Lamarckiana zur weiteren Stütze der Theorie, daß Parthenogenesis durch die Einwirkung von Reizstoffen aus absterbenden Zellen hervorgerufen werde (vgl. Nat. Wochenschr. 1922, S. 86), eine Reihe zytologischer Beobachtungen an habituell parthenogenetischen Pflanzen, nämlich Taraxacum officinale und Hieracium flagellare und aurantiacum sowie einigen ihrer sich durch normale Befruchtung fortpflanzenden Verwandten folgen lassen. Es galt also in diesem Falle, Belege dafür zu finden, daß auch bei der natürlichen Parthenogenesis solche Zellteilungshormone (die hier als Nekrohormone zu bezeichnen wären, während der Name Wundhormone auf die traumatische Parthenogenese beschränkt bliebe) als Entwicklungserreger tätig sind. Die Untersuchung, die manche bemerkenswerte Einzelheit (wie z. B. die Bildung von Endospermembryonen bei Hieracium u. a. m.) ins Licht stellte, ergab, daß bei den genannten parthenogenetischen Arten in der Umgebung der Eizelle mannigfache Desorganisationserscheinungen auftreten, die bei verwandten Formen mit befruchtungsbedürftigen Eizellen fehlen. Hieraus folgert der Verf., daß aus der Umgebung stammende Nekrohormone die parthenogenetische Entwicklung der Eizelle anregen. Im übrigen weist er darauf hin, daß man bei der natürlichen Parthenogenese streng zu unterscheiden habe zwischen der primären Ursache dieser Erscheinung und dem unmittelbaren Anstoß zur Teilung der Eizelle. Die vorliegenden Untersuchungen haben es nur mit diesem zu tun; die primäre Ursache, die wir nicht kennen, hat bei den Angiospermen verschiedene Prozesse im Gefolge, wie das Unterbleiben der Reduktionsteilung und das frühzeitige Absterben von Zellen in der Umgebung der Eizellen.

In dem Bestreben, die Richtigkeit seiner Annahme auch an parthenogenetischen Farnpflanzen zu prüfen, forschte Haberlandt den Verhältnissen bei Marsilia Drummondii nach. Bei der Durchsicht der Abbildungen zu Strasburgers Arbeit über „Apogamie bei Marsilia" (1907) war ihm aufgefallen, daß im Archegonium zwischen der Bauchkanalzelle und der Eizelle eine vom Rande her dicker werdende Zellwand ausgespannt war, die in der Mitte ein ziemlich großes Loch hatte, durch das eine Plasmabrücke hindurchführte. Diese Erscheinung veranlaßte den Verf., die Strasburgerschen Marsiliapräparate einer Nachuntersuchung zu unterziehen, deren Ergebnis er nunmehr beschreibt. Strasburger hatte bereits darauf hingewiesen, daß die Kanalzellen bei Marsilia frühzeitig absterben. Dieses Absterben erfolgt augenscheinlich vor der ersten Teilung der Eizelle. Haberlandt deutet die Erscheinung nun dahin, daß durch die Öffnung in der Scheidewand zwischen Ei- und Bauchkanalzelle die Nekrohormone aus den absterbenden Kanalzellen intraplasmatisch direkt in das Ei hinüberdiffundieren. Dieser Vorgang findet seinen sichtbaren Ausdruck in der fein längsfaserigen Struktur der Plasmabrücke und nicht selten in einem System feinkörniger Fibrillen, die von der Plasmabrücke aus in das Ei ausstrahlen (einem Seitenstück zu dem Fadenapparat der Synergiden). Die Scheidewand zwischen Ei- und Bauchkanalzelle hat häufig statt des Loches nur einen großen,

[1]) Wohl am deutlichsten geht das übrigens aus der Säurenatur des molekularen Wasserstoffs hervor, in dem ja auch ein Wasserstoffatom sauer, kathodisch, das andere basisch und anodisch ist, wie aus den Untersuchungen von Nernst und Mörs am Lithiumhydrid hervorgeht. Vgl. Naturw. Wochenschrift N. F. XIX, S. 782, 1920.

[2]) Siehe auch „Elektromikroskopie" von R. Keller, Naturw. Wochenschr. N. F. XX, S. 655, 1921.

flachen Tüpfel, durch den die Nekrohormone hindurchtreten könnten; manchmal ist sie auch nur dünn oder gar nicht vorhanden, — dann können die Reizstoffe natürlich um so leichter in das Ei diffundieren. — Auch bei einigen parthenogenetischen Selaginellen scheinen Nekrohormone aus den absterbenden Kanalzellen die Entwicklung der Eizelle anzuregen. Bei dem parthenogenetischen Athyrium filix femina var. clarissima kommen hierfür abgestorbene Spermatozoiden in Frage. — Den beiden Abhandlungen sind zahlreiche instruktive Abbildungen beigefügt. (Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1921, Nr. 51, S. 861—881; 1922, Nr. 2, S. 4—16). F. Moewes.

Tektonik und Vulkanismus.

Durch ein gedankenreiches Büchlein, das sich betitelt „Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge" (Sammlung Vieweg Heft 57, Braunschweig 1921) hat Prof. Hans Cloos (Breslau) das Arbeitsfeld der Tektonik und damit ihre Bedeutung wesentlich vergrößert. Der bedeutsame Fortschritt der vorliegenden Arbeit besteht darin, daß die geologisch-tektonischen Erforschungsmethoden auch auf Granitmassive und verwandte Bildungen angewandt werden, die bisher fast nur mikroskopisch und chemisch-analytisch erforscht wurden. Cloos hat hiermit eine Tektonik der Granitmassive geschaffen. Sowohl der Tektoniker wie der Vulkanologe werden aus dieser interessanten, zahlreiche ganz neue Beobachtungen enthaltenden Abhandlung starke Anregung für ihre Wissensgebiete schöpfen.

In dem ersten Abschnitt, der Tektonik des Granits, werden wir mit den tektonischen Elementen des Granits (Kontakt, Schollen und Schlieren, Streckung, Klüfte mit Rutschstreifen, Gänge, Teilbarkeit), die in ganz gesetzmäßigem Zusammenhange untereinander und Abhängigkeit von der Druckrichtung stehen, bekannt gemacht. An Kontakt, Schollen und Schlieren, drei Merkmale aus der flüssigen Phase, ist die Richtung eines mit der Massivbildung gleichzeitigen Gebirgsdruckes nachweisbar. Die Längsrichtung der Schollen und Schlieren steht senkrecht zur Druckrichtung. Unter Streckung wird die durch Druck entstandene schwache Parallelstellung der Mineralien verstanden, die dem Granit eine lineare Faserung verleiht, die ebenfalls senkrecht auf der Druckrichtung steht. Diese schwache, oft latente Streckung wurde erzeugt durch einen während der Erstarrung auf die Schmelze gerichteten Druck und verursacht eine mechanische Teilbarkeit des Granits. Die lineare Faserung verläuft in dem Granit von Strehlen ostwestlich. Dort finden sich in dem Granit zwei Hauptkluftsysteme, ein ostwestliches von Druckklüften (senkrecht zur Druckrichtung), ein nordsüdliches von Zugklüften (in der Druckrichtung). Die Druckklüfte besitzen keine Gangfüllung und sind fest geschlossen. Die in der Druckrichtung liegenden Zugklüfte sind bei ihrer Entstehung geöffnet worden und standen auch später z. T. sickernden Wässern offen. Jede fünfte bis zehnte von diesen Klüften ist mit einem aplitischen Gesteinsgang erfüllt, der noch aus den tiefen Teilen des Granitherdes selber stammt und unmittelbar nach der Erstarrung der Kluftwände emporgedrungen ist. Streckung ist eine Druckaufzeichnung durch den zähplastischen, Klüftung eine Aufzeichnung durch den erstarrten Granit. Der Granit steht in der Kruste unter seitlichem Druck. Dieser drückt den Granit, solange er nachgeben kann, in der Druckrichtung zusammen und dehnt ihn quer dazu aus (Querdehnung). Unter Einwirkung des Druckes verläuft auch die Erstarrung.

Als Beispiel wird die Entstehung des Riesengebirges erläutert. Das Granitmassiv des Riesengebirges ist unter demselben von SSW kommenden Druck gebildet und erstarrt, der auch die Sedimente seines Rahmens in Falten gelegt und etwa die älteren Granite des Nord- und Südrandes zu Gneisen gepreßt hat. Die Streckung verläuft OSO; in der Druckrichtung liegen Gänge von Granitporphyr, Lamprophyr, Aplit usw.

Außer den Quer- und Längsfugen treten aber im Riesengebirge noch andere Flächen auf, die diagonal und ungefähr symmetrisch zu beiden Seiten der Druckrichtung angeordnet sind. Diese Diagonalflächen bzw. Diagonalgänge liegen innerhalb eines rechten Winkels (Zugquadrant), der von der Druckrichtung halbiert wird. An den Diagonalflächen ist mit der Vorwärtsbewegung eine Seitenverschiebung verbunden. Die Gesteinsmasse wird mit Hilfe solcher Flächen zugleich in der Druckrichtung verkürzt und senkrecht dazu gestreckt. Bei Schmiedeberg im Riesengebirge fallen die Gleitstreifen auf diesen Flächen ganz flach (10^0) nach N ein. Die Diagonalflächen dienen also dazu, die Streckung der plastischen Schmelze am erstarrten Gestein fortzusetzen. Ausgezeichnete Beispiele für Diagonalverschiebungen und ihre Bedingungen liefert die Technik durch Druckversuche an Baustoffen und Metallen (s. Rinne, Gesteinskunde. Auftreten von Mohrschen Linien an einem gepreßten Marmorzylinder). Diese Mohrschen Flächen haben für den Bau unserer Gebirge eine große Bedeutung, denn Verwerfungen, die das Schichtstreichen schief schneiden und an denen Horizontalverschiebungen im Sinne der Theorie stattgefunden haben, sind von vielen Beobachtern in fast allen Faltengebirgen festgestellt worden.

Referent hat durch eigene, noch nicht veröffentlichte Untersuchungen im Ruhrkohlengebiet ebenfalls solche Mohrschen Flächen zahlreich nachweisen können. Die Rutschstreifen auf diesen spießwinkligen Klüften fallen mit $10—20^0$ nach N ein.

Die Bruchbildung, soweit sie an die Faltung zeitlich und mechanisch anschließt, wird von

Cloos als eine „Fortsetzung der Faltung mit anderen Mitteln" bezeichnet.

In dem Abschnitt „Druck und Last" wird dann in Verfolg der dargelegten Theorie eine sinnreiche Erklärung für die Entstehung der Schollengebirge gegeben, welche bisher in sozusagen dualistischer Weise erklärt worden waren.

Im zweiten Teil der Abhandlung, betitelt: Der Aufstieg des Magmas, wird der Zusammenhang der tiefvulkanischen Vorgänge mit der Gebirgsbildung dargelegt. Das Magma steht nicht unter eigenem, sondern unter fremdem Druck; es wird gepreßt (passiver Vulkanismus). Je plastischer ein Gestein, desto leichter wird es bei der Faltung aus dem Faltenschenkel auswandern und sich in den Umbiegungsstellen sammeln (Steinsalz z. B.). Gerät Magma in den Bereich der Faltung, so wird es als hochplastisches Material längs den Schichtflächen vorzugsweise an den Umbiegungsstellen angeordnet (Sattelgänge im Bergbau). So erklärt sich die aus einer Reihe von Beispielen bekannte Stellung granitischer Massive im Kern echter tektonischer Sättel (konkordante Intrusion im Anschluß an Faltung und Überfaltung). Hierbei wird das Gneisproblem gestreift.

Im Anschluß hieran wird eine von Erich Bederke entdeckte neue Intrusionsform beschrieben. Es sind dies die in Schlesien vorkommenden Intrusivmassen mit sichelförmigem Grundriß, die Zobtengruppe, der Syenit von Nimptsch, die Gabbro-Serpentinstöcke von Frankenstein, der Syenit von Glatz-Reichenstein usw. (Sichelstöcke, Harpolithe). Sie sind durch gleichzeitiges Aufdringen bei der Faltung entstanden.

Die Hereinziehung von Granit in den Faltungsvorgang bedeutet, daß dieser sich selbst den Weg verlegt. Denn durch seine Erstarrung wird die Faltung zum Stillstand gebracht. Indessen dauert der Druck, der sich nun nicht mehr in Faltung äußern kann, weiter an.

Es wird dann das Raumproblem der Tiefenmassive erörtert. Bisher ist die gleichzeitige Einwirkung des Seitendruckes auf in Bildung begriffene Massive mit richtungslos körnigem Gestein und diskordanter Umgrenzung übersehen worden. Die Leistung des Seitendruckes für die Bildung diskordanter Massive ist eine mehr als doppelte, da der Druck gleichzeitig auf die Schmelze wirkt, die er emporpreßt und auf das Nebengestein, das er zerspaltet. Der erhärtete Bau wird zerbrochen, von einem Netz von Spalten durchzogen, in Schollen zerlegt, und die flüssig gebliebenen Schmelzen werden auf diesen neuen Wegen weiter nach oben gepreßt. Indem auch sie sich zu Massiven ausdehnen oder zusammenschließen und dann erstarren, kommt eine zweite Generation zum Abschluß. Die Zerspaltung des Nebengesteins wird, da sie dem eindringenden Granit vorausgeht, durch diesen stark verwischt. Doch läßt sie sich noch im Umkreis der Granitmassive an Gängen, die die Loslösung von Schollen vorbereiten (in oder nahe der Druckrichtung) oder an dem auffallend tektonischen Charakter großer Schollen im Granit, nachweisen.

Die Kontakte zeigen oft eine geordnete tektonische Lage; meist haben sie die Richtung der Querfläche. Massive, deren Kontaktstrecken überwiegend der Querfläche folgen, und deren Längsachse also in der Hauptdruckrichtung liegt, werden Quermassive genannt. Längsmassive sind sinngemäß diejenigen, deren Längsachse der senkrecht zur Druckrichtung stehenden Spaltfläche parallel läuft. Es gibt eine Reihe von Quermassiven, die man als quer zum Hauptdruck ausgebauchte oder verbreiterte Gänge auffassen kann.

Durch den fortwirkenden Druck entsteht nicht nur eine Querdehnung nach den Seiten („Seitendehnung"), sondern auch eine Hochdehnung nach oben und unten, also in der Hauptbewegungsrichtung des Magmas. Hochdehnung bewirkt Aufwölbung des Massivs. Aufwölbung schafft, Schollenbildung erweitert den Raum. Man hat eine solche Aufwölbung der Schale gern als sicheren Beweis für die aktive Natur des granitischen Kernes angesehen. Der Auftrieb läßt sich aber auch als eine Umsetzung des Seitendruckes nach oben auffassen. Mit der Massivbildung war eine Stoffzufuhr nicht nur ein Stoffaustausch verbunden. Die Erdkruste ist nach dem Eindringen des Granits dicker und höher als vorher. Jeder Verdickung der Kruste folgt aber bekanntlich auf dem Fuße eine Heraushebung, nach der Lehre der Isostasie aus demselben Grunde, aus dem eine dicke Eisscholle höher aus dem Wasser herausragt, als eine dünne. Die meisten Massive werden deshalb rasch nach ihrer Bildung abgedeckt, bloßgelegt und z. T. abgetragen.

Bruchbildung und Aufwölbung bewirken im wesentlichen die Raumbildung; dem Platztausch bleibt nur ein geringerer Anteil daran überlassen.

Als konkretes Beispiel werden die tektonischen Verhältnisse des Harzes im Sinne der dargelegten Gedankengänge erläutert.

In einem letzten Kapitel wird die „Spaltenfrage der Vulkane" aufgerollt. Bei seinem Vortrieb gegen die Oberfläche steht das Magma unter Seitendruck. Dieser hilft das Magma treiben, wirkt aber zugleich auf die bedeckende Kruste. In dieser vermag er Spalten zu öffnen, die in der Mehrzahl in der mittleren Druckrichtung selbst liegen, demnächst zu beiden Seiten derselben, d. h. in Richtung ihrer Komponenten angeordnet sind und einen von der mittleren Druckrichtung halbierten rechten Winkel, den Zugquadranten, füllen. Auf solchen Spalten steigt das Magma passiv empor, bis seine Gasspannung die Last des Hangenden zu überwinden und den Rest des Weges aktiv auszubohren und zu sprengen vermag. An dieser Stelle beginnt im engeren Sinne der Vulkanismus. Erich Stach.

Maultier und Pferd als Zwillinge, und die Erblichkeit der Zwillingsgeburten.

W. R. B. Robertson (A Mule and a Horse as Twins, and the Inheritance of Twinnings, Kansas Univ. Sc. Bull. Vol. X, Nr. 15, pp. 293—298, 4 pls. 1917) berichtet über die am 9. Juni 1913 stattgefundene Geburt eines Pferdehengstes und einer Maultierstute durch eine Pferdestute.

Die Pferdestute war 1912 zehn Minuten bevor sie zum Eselhengst gebracht worden war, einem Pferdehengst zugeführt gewesen, was bei der Maultierzucht üblich ist, weil die Stute den Eselhengst sonst meist abschlägt. In diesen Fällen wird natürlich eine Befruchtung durch den Esel beabsichtigt; die Einwirkung des Pferdehengstes soll sich auf Steigerung der Erregung der Stute beschränken.

Die Stute und namentlich die beiden Fohlen sind mehrfach in verschiedenen Lebensaltern photographiert worden. Die Bilder sind der Arbeit beigegeben.

Die Mutterstute hat während ihres Lebens neunmal gefohlt und bei drei Geburten Zwillinge geworfen. Der fünfte Wurf brachte zwei Maultierhengste, der achte den Pferdehengst und die Maultierstute und der neunte Wurf einen Maultierhengst und eine Maultierstute. Der zweite Wurf der Mutterstute war eine Pferdestute gewesen, die zwei Hengstfohlen von einem Pferdehengst geworfen hat. Die Mutterstute hat also die Veranlagung zu Zwillingsgeburten vererbt.

Wahrscheinlich stammt diese Veranlagung aber schon von der Mutter dieser Stute, einem Oregon-Pferd, denn eine Schwester der Mutterstute hat ebenfalls Zwillinge getragen, die allerdings mit neun Monaten verworfen wurden.

Daß es sich in jedem Fall um zweieiige Zwillinge handelt, folgt aus den jedesmal vorhandenen Farbunterschieden. Außerdem sind die Zwillinge in zwei Fällen verschiedenen Geschlechts. Beim ersten Fall waren beides Hengste, aber der eine schwarz, der andere braun. Im zweiten Wurf waren der Pferdehengst und die Maultierstute, die selbstverständlich zweieiig gewesen sind. Sie differieren in Geschlecht und Zeichnung, obgleich beide rotbraun waren, das Maultier etwas heller als das Pferd. Das Maultier hatte einen kleinen halbmondförmigen Bleß rechts von der Stirnmitte; das Pferd war ein einfarbiger Brauner mit schwarzer Mähne, schwarzem Schwanz und schwarzen Füßen.

Im dritten Wurf unterschieden sich die beiden Maultierfohlen durch das Geschlecht; außerdem hatte die Stute einen weißen Stirnfleck und war im allgemeinen dunkler mit nur wenig angedeuteter heller Partie um die Schnauze, wie das sonst bei Eseln und Maultieren zumeist vorkommt. Der kleine Hengst dagegen hatte diese hellere Zeichnung und war auch im ganzen heller.

Bei dem vierten Fall, in dem eine Halbschwester der „Mutterstute" Zwillinge hatte, wurden die Föten zwischen dem achten und neunten Monat abortiert, ohne daß Notizen über Geschlecht, Farbe usw. gemacht worden wären.

Der fünfte Fall waren Zwillinge, die eine Tochter der „Mutterstute" gebracht hatte, beide gleichen Geschlechts, aber in Farbe und Zeichnung verschieden. Eins war ein Brauner wie die Mutter und deren Vater, der andere ein Rotfuchs mit großem weißem Bleß und weißen Füßen, ähnlich wie die „Mutterstute" und deren Mutter, die Oregon-Stute, und wie ein Vollbruder der „Tochter".

Man sieht also, daß in dieser Familie in jedem Fall zweieiige Zwillinge geworfen wurden bei gleichzeitiger oder fast gleichzeitiger Befruchtung von zwei deutlich getrennten ungleichen Eiern durch zwei ungleiche Spermatozoen. In den vier Fällen, bei denen Beobachtungen notiert sind, zeigt sich die Zweieiigkeit bei zweien durch verschiedenes Geschlecht an, bei allen durch verschiedene Färbung. Einer dieser Würfe hatte Pferdehengst und Maultierstute in verschiedener Farbe und Zeichnung enthalten.

Die Veranlagung zu Zwillingsgeburten scheint durch die Stammutter dieser Zucht, die Oregon-Stute in die Familie gekommen zu sein, denn zwei ihrer Töchter haben mit verschiedenen Hengsten Zwillinge gebracht.

Keine der Zwillinge werfenden Stuten stammte selbst aus einem Zwillingswurf. Man darf allerdings nicht außer acht lassen, daß möglicherweise in jedem Fall ein Zwilling zwar gebildet sein kann, aber nicht zur Entwicklung gekommen zu sein braucht.

Es wurde für möglich erachtet, daß die Anwesenheit eines Maultierfötus die Entwicklung des Pferdefötus hemmend oder störend beeinflussen könnte. In dem untersuchten Falle jedoch waren beide durchaus normal.

Im vorliegenden Beispiel wird man von Überbefruchtung reden dürfen, denn die Befruchtung der beiden Eier konnte nur in der gleichen Brunstperiode in zehn Minuten Abstand stattgefunden haben, und sowohl der Esel wie namentlich der Pferdehengst können nur einmal befruchtet haben.

Mumford gibt in seiner Arbeit „The Breeding of Animals" (New York, The Macmillon Co., 1917) sieben Beispiele für mehrfache Befruchtung. Davon betreffen sechs Beispiele Zwillinge, von denen einer ein Pferd, einer ein Maultier war; aber sie stammten stets aus zwei auseinanderliegenden Brunstzeiten. So war dann auch immer einer der Zwillinge kleiner und weniger entwickelt als der andere. In zweien dieser Fälle starben beide bei oder bald nach der Geburt; von einem Fall erwähnt der Autor nichts; von zwei weiteren Würfen starb je ein Fohlen, während im sechsten beide am Leben blieben. Die Zahl der von Mumford angegebenen Fälle zeigt, daß Pferd und Maultier als Wurfgeschwister nicht so selten sind, wie man an sich anzunehmen geneigt ist. Sie können entstehen — wie Mumfords Beispiele zeigen — durch Befruchtung in verschiedenen Brunstzeiten, oder in der gleichen Brunstzeit bei Anwesenheit von zwei reifen Eiern im Uterus. E. Mohr, Hamburg.

Bücherbesprechungen.

Meirowsky, E. und Leven, L., Tierzeichnung, Menschenscheckung und Systematisation der Muttermäler. Ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie der Haut. 79 S. mit 283 Abbildungen im Text und auf 19 Tafeln. (Sonderabdruck aus dem „Archiv für Dermatologie", Bd. 134.) Berlin 1921, J. Springer. Geh. 40 M.

Es ist ein noch wenig bearbeitetes, aber höchst interessantes Gebiet, das von den Verff. hier behandelt wird. Sie tragen eine Fülle von Material über Menschenscheckung und Muttermäler zusammen und untersuchen das Verhältnis der Menschenzeichnung zur Tierzeichnung. Und es ist in der Tat erstaunlich, wie mannigfach die Übereinstimmungen in der Art des Auftretens, in Form und Lokalisation der Zeichnung (die stets wiederkehrende bestimmte Lokalisation der Muttermäler bezeichnet die Dermatologie als „Systematisation") bei Mensch und Tier sind. Das veranschaulichen die 283 (teilweise leider etwas kleinen) Abbildungen, die im Text und auf 19 Tafeln der Schrift beigegeben sind. Um nur einige Beispiele herauszugreifen. Weiße Abzeichen bei im übrigen pigmentierter Körperoberfläche sind bei den Säugetieren weit verbreitet. Die Abzeichen treten mit besonderer Vorliebe an ganz bestimmten Stellen auf. Besonders häufig ist eine Blesse auf der Stirn. Unter den Säugern (sie ist auch bei Nichtsäugern, selbst bei manchen Wirbellosen zu beobachten) bieten uns fast alle Gruppen, vor allem aber die Haustiere, Beispiele in Hülle und Fülle. Viele gescheckte Neger weisen eine solche Stirnblesse in ganz ähnlicher Ausbildung auf. Nicht selten ist bei den Tieren inmitten der Blesse eine pigmentierte Insel, ähnlich bei den Menschenschecken. Von einer Manschettenbildung spricht man, wenn der Körper pigmentiert ist, die Extremitäten aber weiß sind. Auch das Umgekehrte (Stiefelung) kann der Fall sein, wie bei den Russenkaninchen und den Hampshireschafen, die weiß sind, aber schwarze Extremitäten, schwarze Ohren, schwarze Nase und schwarze Schwanzspitze haben (Akromelanismus). Auch dafür bieten uns die Menschenschecken Analoga. Sehr verbreitet ist die sog. Schwimmhosenzeichnung bei Säugetieren; die vordere Körperhälfte ist weiß, die hintere ist pigmentiert, wie bei den Holländerkaninchen und den Meerschweinchen, bei den halbroten bayerischen Schweinen usw. Dieselbe Schwimmhosenzeichnung ist die häufigste Form der großen Muttermäler des Menschen.

Da der erste der beiden Verff. an dieser Stelle bereits selbst den Inhalt der vorliegenden Schrift ausführlich mitgeteilt hat,[1]) erübrigt sich ein eingehendes Referat, doch können wir diese Besprechung nicht schließen, ohne einige Worte der Kritik hinzugefügt zu haben. Zunächst einmal: Die Schrift ist in einem Tone der Selbstgefälligkeit geschrieben, den man in wissenschaftlichen Abhandlungen wirklich nicht aufkommen lassen sollte! Bezeichnend sind die folgenden Sätze aus dem Schlußabschnitt: „Die Naevusfrage war, wie Delbanco treffend bemerkte (sie zitieren damit einen Referenten einer eigenen früheren Arbeit — N.), auf einem toten Geleise festgefahren. Jetzt ist sie wieder flott, aus den Fesseln der für das Gesamtbild wichtigen Einzelbeobachtungen befreit und in enge Berührung mit den Lehren der allgemeinen Naturwissenschaften gebracht. . . . In das „dunkelste Afrika" der Dermatologie leuchtet das helle Licht der Vererbungswissenschaft, der Geist Darwins, Weismanns und Goethes, . . .". Was haben denn nun eigentlich die Verff. für ein Problem gelöst? Sie haben das Verdienst — das wurde bereits eingangs betont und sei ihnen unbenommen —, ein großes Tatsachenmaterial zusammengetragen und auf die weitgehenden Übereinstimmungen zwischen Tier- und Menschenzeichnung hingewiesen zu haben. So wesentliche Analogien, so sagen sie, können nicht auf einem Zufall beruhen, die Systematisation der Muttermäler müsse ebenso wie die Systematisation der Tierzeichnung „keimplasmatisch bedingt" sein. Und mit dieser immer wiederkehrenden „keimplasmatischen Bedingtheit" glauben sie helles Licht über die Dermatologie zu ergießen! Ist damit aber auch nur irgend etwas erklärt? Zugegeben auch, daß es sich in vielen der von den Verff. gesammelten Fälle um erbliche Erscheinungen und um mehr als eine äußere Ähnlichkeit zwischen Menschen- und Tierzeichnung handeln möge, aber die große Mehrzahl der Fälle ist doch gänzlich unanalysiert. Alles, was äußerlich (phänotypisch) gleich oder ähnlich ist, wird kurzerhand in einen Topf geworfen, es mag sich, um mit Lenz zu sprechen, manche Blindschleiche unter den Schlangen finden. Und wenn die Verff. für sich die Priorität in Anspruch nehmen, in die Dermatologie das Licht der Vererbungswissenschaft haben leuchten zu lassen, so sollten sie sich wenigstens mit dieser Wissenschaft vertraut erweisen. Der eine der beiden Verff. bemerkt, daß er sich auf besondere Anregung des anderen im Felde dem Studium der Vererbungslehre Weismanns gewidmet habe. Dessen Keimplasmalehre habe sich dann als ein tragfähiges Fundament zur Aufstellung der Keimplasmalehre der Muttermäler erwiesen. Wir sind weit davon entfernt, die Bedeutung Weismanns für die moderne Vererbungslehre gering einzuschätzen, aber wir sind denn doch im Laufe der letzten zwanzig Jahre ein gut Stück über Weismann hinausgekommen, und davon merkt man sehr wenig beim Studium dieser Schrift und besonders des ersten Kapitels, das sich betitelt „Die wichtigsten

[1]) Meirowsky, E., Die angeborenen Muttermäler und die Färbung der menschlichen Haut im Lichte der Abstammungslehre. Naturw. Wochenschr., N. F. Bd. 19, 1920.

Ergebnisse aus der Vererbungswissenschaft als Einführung in die Grundlagen der Naevuslehre", und in dem von „Keimplasmaerschütterung" und „Genverwirrung" und manch anderem Absonderlichen die Rede ist. Über die Vererbung von Farbe und Zeichnung bei den Säugetieren gibt es heute bereits eine Fülle von Literatur. Aus dieser Fülle führen die Verff. nicht viel mehr als eine Arbeit an, und zwar gerade die schlechteste, die existiert, die leider von der „Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde" herausgegebene Arbeit von Porzig über „Vererbung in der Kaninchenzucht". Nachtsheim.

Scheiner - Graff, Astrophysik. 448 S. mit 17 Taf. und 254 Fig. Leipzig - Berlin 1922, Teubner. Brosch. 125 M., geb. 145 M.

Simon Newcombs Astronomie für jedermann. Herausgegeb. von Prof. Dr. Schorr und Prof. Dr. Graff von der Sternwarte Hamburg. 395 S. mit 1 Titelbild, 3 Tafeln, 3 Sternkarten und 89 Abb. Jena 1922, G. Fischer. Brosch. 33 M., geb. 42 M.

Lietzmann, H., Anleitung zur Himmelsbeobachtung mit kleinen Fernrohren. 58 S. mit 59 Abb. Jena 1922, G. Fischer. Brosch. 12 M., geb. 18 M.

Vielleicht durch nichts tritt der gewaltige Fortschritt der Astrophysik auf allen Gebieten so deutlich in die Erscheinung, als durch einen Vergleich der Scheinerschen Astrophysik von 1908 und von 1922, die nach Scheiners Tode von Graff durchaus neu bearbeitet ist, so daß nur der Name blieb. Es konnte auch nicht anders sein. Nicht nur, daß ein jedes Gebiet wesentlich erweitert worden ist, es sind in diesen 14 Jahren soviel ganz neue Gebiete, ganz neue Begriffe und Gesichtspunkte hinzugekommen, die zu berücksichtigen waren. Insbesondere hat die Forschung am Fixsternhimmel ungeahnte Ergebnisse erzielt. Man denke an die Beziehungen zwischen Spektren, Farben, Bewegungen, Riesen- und Zwergsternen, an die Photometrie mit der elektrischen Zelle, an die Physik der kugelförmigen Sternhaufen und der Spiralnebel, die erst jüngsten Datums ist, um den hohen Wert des Werkes zu würdigen, das die ganze moderne Astrophysik umfaßt, unerschöpflich als Nachschlagewerk, als Quelle für Vorträge, zum Privatstudium für den Freund der Sterne. Viele und sehr gute Abbildungen und Tafeln unterstützen die Darstellung in vollkommener Weise. Es berührt sehr wohltuend, daß der Verf. an geeigneten Stellen auch darauf hinweist, daß die Ergebnisse häufig noch der Bestätigung bedürfen, daß sie auf Schlüssen beruhen, deren Voraussetzungen nicht immer festliegen, so daß zwischen sicheren und zweifelhaften Resultaten unterschieden wird.

Viel einfacheren Anforderungen genügt das zweite Buch, ebenfalls von Graff in ausgezeichneter Weise bearbeitet. Es gibt eine zusammenfassende Darstellung der jedem gebildeten Laien verständlichen astronomischen und astrophysikalischen Tatsachen, sowohl die Grundbegriffe, wie auch die Instrumente, und die einzelnen Gruppen der Himmelskörper. Es ist dem Stande der Gegenwart entsprechend, mit besonderer Hervorhebung der Gebiete, die zurzeit besonders erfolgreich bearbeitet werden, wie die Physik der Fixsterne und Nebel. Jedem Liebhaber der Astronomie, der in leichter Weise einen Überblick haben will, gibt das Buch alles Gewünschte, und ist daher auch als Geschenk eine wertvolle Gabe.

Das letzte Büchlein endlich wendet sich an die Besitzer kleiner Fernrohre, die der Anleitung bedürfen, um sich am Himmel damit zurecht zu finden. So ist die Handhabung des Instrumentes genau beschrieben, zahlreiche Kärtchen erleichtern das Aufsuchen der Nebel, Sternhaufen und Doppelsterne. Dazu wertvolle, der Praxis entnommene Winke zur Beobachtung von Sonne, Mond und Planeten. Es ist sehr erfreulich, daß auch auf die Vorteile der parallaktischen Fernrohre hingewiesen wird, ohne die sich Messungen schwer machen lassen. Allerdings scheint mir die Methode, das Instrument mit Hilfe des Kompaß und der Sonne in den Meridian zu bringen, doch bei nicht allzu geringen Anforderungen an die Genauigkeit recht unzureichend. Da die Mittel angegeben sind, in den Besitz genauer Zeit zu kommen, so sind doch Meridiandurchgänge von Sternen ungleich einfacher und genauer zu benutzen. Die Billigkeit des Büchleins wird ihm bei den sehr zahlreichen Fernrohrbenutzern eine hoffentlich weite Verbreitung verschaffen.

Riem.

Muckermann, Hermann, Um das Leben der Ungeborenen. Zweite, vermehrte Auflage (6.—10. Tausend). 78 S. Berlin u. Bonn 1922, F. Dümmler. Geh. 9 Mk.

Der bekannte Jesuitenpater, einer der tatkräftigsten Vorkämpfer der Rassenhygiene, behandelt in dem ein Jahr nach seinem ersten Erscheinen bereits in zweiter Auflage vorliegenden Büchlein die Frage der künstlichen Fruchtabtreibung. Die Schrift ist entstanden im Anschluß an ein Referat, das in einer Sitzung der sehr rührigen Vereinigung für Familienwohl zu Düsseldorf erstattet und durch die seinerzeit von sozialdemokratischer Seite dem deutschen Reichstag vorgelegten Anträge betreffend Straffreiheit der Eingriffe in das keimende Leben veranlaßt wurde Anträge, die von Schallmayer treffend als eine „Ausgeburt von maßlos individualistischer Auffassung" bezeichnet wurden. Verf. will das Problem, wie er im Vorwort sagt, auf wissenschaftlicher Grundlage gemeinverständlich erörtern. Das geschieht auch. Muckermann will in erster Linie als Biologe sprechen. Daß die Darstellung einen ernsten ethisch-religiösen Hintergrund hat, versteht sich bei dem Stande des Verf. von selbst.

Die Form ist aber, wie eigens betont sei, so, daß auch der in religiösen Dingen anders Denkende ihr seine Zustimmung nicht versagen wird. Möge das Büchlein das, was es erstrebt, den Schutz des kommenden Geschlechtes, erreichen. Das am Boden liegende Deutschland hat ein starkes Geschlecht bitter notwendig. Nachtsheim.

---

von Lippmann, Prof. Dr. Edmund O., Zeittafeln zur Geschichte der organischen Chemie. Berlin 1921, Julius Springer. 18 M.

„Ein Versuch" nennt sich das Büchlein bescheiden im Untertitel. Wir dürfen sagen, daß er wohlgelungen ist. Auf insgesamt 67 Seiten wird unter Voranstellung der Jahreszahlen eine schlagwortartige Übersicht über den Werdegang der gesamten organischen Chemie vom Jahre 1500 ab gegeben. Da fehlt denn kein irgendwie bemerkenswerter Stoff, keine Reaktion von allgemeiner Bedeutung. Name des Entdeckers und Angabe der Quelle, meist der Originalliteratur, stehen dabei. Ein sorgfältiges Namen- sowie ein Sachregister (vom Sohne des Verfs bearbeitet) gestatten, sich über jeden der aufgeführten Stoffe schnell zu unterrichten. In Fußnoten wird für Fachausdrücke, wie „Tautomerie", „Hystazarin" usw. die ethymologische Erläuterung gegeben. Der Zweck des Buches, dem allgemeinen geschichtlichen Verständnis in chemischen und medizinischen Kreisen zur Anerkennung zu verhelfen, ist, soweit eine solche tabellarische und damit etwas trockene Übersicht das vermag, als wohl erreicht zu betrachten. Man darf wünschen, daß recht viele unserer Studierenden, dann aber der Gebildeten im allgemeinen von den Zeittafeln Gebrauch machen und sich dadurch zum Studium der Geschichte der Chemie überhaupt anregen lassen möchten! Es gibt keinen besseren Weg, das „Philosophische" der Chemie, d. h. ihre Stellung im Dasein und Werden der Gesamtwissenschaft zu erfassen. Ganz abgesehen davon ist das Durchstudieren der Tafeln deshalb eine äußerst anregende Angelegenheit, weil man immer wieder über gewisse historische Merkwürdigkeiten schlechthin staunen muß, so z. B., daß Anethol schon 1540 kristallisiert erhalten, aber erst 300 Jahre später künstlich dargestellt werden konnte, daß zwar Äthylchlorid schon Mitte des 18. Jahrhunderts wohlbekannt war, daß aber ein heut so gebräuchlicher Stoff wie Phenacetin ganze 35 Jahre alt ist.

Die Tafeln brechen mit dem Jahre 1890 ab. Mancher wird das als einen Mangel empfinden. Auch die Aufnahme gewisser Stoffe wird diskutiert werden. Beispielsweise erscheint die zweimalige Aufführung der Darstellung von Formose S. 52 und 53 nicht ganz gerechtfertigt. Im übrigen darf man sich jedoch der Gabe des bedeutenden Historikers der Chemie nachdrücklich erfreuen. Möchte sie viele Leser und Benützer finden! H. Heller.

Zander, Enoch, Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen. IV. Das Leben der Biene. 195 S. mit 9 Tabellen und 138 Abbildungen. 2. erweiterte Auflage. Stuttgart (ohne Jahreszahl), Verlag von E. Ulmer. Geb. 20 M.

— —, Obstbau und Bienenzucht. Eine Werbeschrift zur Förderung eines verständnisvollen Zusammenarbeitens von Obst- und Bienenzüchter. 48 S. mit 22 Abb. Stuttgart 1922, Verlag von E. Ulmer. Geh. 10 M.

Zanders populär-wissenschaftliches „Handbuch der Bienenkunde" hat sich schnell einen großen Leserkreis erworben. Der rasche Absatz der ersten Auflage ist dafür allein schon ein Beweis. Wer sich über das Leben und Treiben im Bienenstaat unterrichten will, sei es, daß ihn die Freude an der Natur zum Studium eines ihrer reizvollsten Kapitel treibt, sei es, daß er selbst Bienenzüchter ist oder werden will, dem kann diese mit guten Abbildungen ausgestattete Bienenkunde bestens empfohlen werden. Der vorliegende Band des Werkes behandelt die Biologie der Biene. Die letzten Jahre haben uns auf diesem Gebiete manche wertvolle Erweiterung unserer Kenntnisse gebracht — es sei vor allem an die schönen Untersuchungen v. Frischs über das Sinnesleben der Bienen erinnert —; die Neuauflage berücksichtigt die jüngsten Forschungen bereits größtenteils.

Der erste Abschnitt gibt uns ein Bild von der Stellung der Biene im Tierreich. Es werden die nächsten Verwandten der Honigbiene und sodann deren verschiedene Rassen vorgeführt, woran sich eine Darstellung der biologischen Eigenart der Honigbiene schließt. Der zweite Abschnitt verschafft uns einen Einblick in den Bienenhaushalt. Wir lernen den Bau des Stockes und seine verschiedenen Insassen kennen, hören von den Lebensbedürfnissen der Biene und sehen schließlich das Bienenleben im Kreislauf eines Jahres an uns vorüberziehen. Der dritte und letzte Abschnitt endlich behandelt den Verkehr der Biene mit der Außenwelt. Wir lernen, wie sich die Biene außerhalb des Staates zurechtfindet, und wie sie ihrer Nahrung nachgeht, und das führt dann zu einer Schilderung der so außerordentlich wichtigen Stellung der Bienen im Haushalt der Natur, zu einer Schilderung der Beziehungen zwischen Bienen und Pflanzen.

Gerade dieses Kapitel wird noch ausführlicher in der zweiten Schrift Zanders behandelt, die sich in erster Linie an die Obst- und Bienenzüchter wendet. Einmal infolge ihrer Blütenstetigkeit und dann infolge der großen Zahl der in einem Volk vereinten Individuen spielt die Honigbiene unter den Insekten als Pollenüberträgerin weitaus die größte Rolle. Ohne Bienen, so kann auf Grund vielfältiger Erfahrungen gesagt werden, kein ertragreicher Obstbau, Bienenzucht und Obstbau gehören unbedingt zusammen. Den Wert der deutschen Obsternte veranschlagt der

Verf. auf 500 Mill. Mark pro Jahr (nach dem Geldwert vor dem Kriege berechnet!), und davon entfallen $^2/_3$, mindestens aber $^3/_5$ nach Berner auf die Mitarbeit der Bienen, also 300—350 Mill. Mark. Diese Zahlen zeigen den volkswirtschaftlichen Wert der Bienenzucht schon zur Genüge.

Schließlich noch etwas rein Äußerliches zu der ersten der hier besprochenen Schriften Zanders. Er bezeichnet seine „Bienenkunde" als Handbuch. Das ist ein etwas zu anspruchsvoller Name für das Werk! Ein Handbuch ist dazu bestimmt, unser Gesamtwissen eines Gebietes aufzunehmen. Das kann und will aber die „Bienenkunde" Zanders gar nicht. Sie soll, wie schon eingangs gesagt, eine auch für die Hand des Laien bestimmte Einführung sein. Vielleicht bezeichnet der Verf. bei einer Neuauflage, die ich ihm gern für nicht zu ferne Zeit wünsche, sein Werk als das, was es ist.

Nachtsheim.

Anregungen und Antworten.

Deutscher Monistenbund. Ein Werbeblatt des deutschen Monistenbundes, das auch neulich einer Nummer der Naturw. Wochenschr. (ohne Wissen der Schriftleitung. Die Red.) beigelegt wurde, veranlaßt mich zur Niederschrift der folgenden Überlegungen.

1. Der Monismus hat ein Gebäude errichtet, in dem es nichts als Erfahrungstatsachen geben soll. Unsere Erfahrung gründet sich auf Beobachtungen, die wir mit Hilfe unserer Sinnesorgane und der uns zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel anstellen. Nun sind unsere Sinnesorgane und technischen Hilfsmittel nach Zahl und Leistungsfähigkeit beschränkt, und es wird niemand behaupten wollen, daß wir allein durch diese alles Seiende erkennen können. Darum muß es gestattet sein, zur Vertiefung unserer Erkenntnis neben den Naturwissenschaften auch Geisteswissenschaften wie Erkenntniskritik und Logik, ja sogar Ethik und Ästhetik, heranzuziehen. Auch durch sie werden „wissenschaftliche Begriffe", die das monistische Werbeblatt allein gelten läßt, geschaffen und nicht nur „Phantasiegebilde" erzeugt.

2. Wenn man das Weltbild von einem möglichst einheitlichen Gesichtspunkte aus betrachtet, was ja ganz im Sinne des Monismus ist, und wenn man sich eine neue Theorie zu eigen macht, nach der die Materie eine Form der Energie ist, so kann man sagen, der ganze Weltinhalt sei nichts anderes als ein ungeheurer Energievorrat. Diese durchaus monistisch klingende Darstellung hat einen wesentlichen Mangel, sie nimmt auf eine wichtige Tatsache keine Rücksicht, nämlich die, daß alles in der Welt einem dauernden Wechsel unterworfen ist, daß unendlich viele kleinere und größere Energiemengen unausgesetzt ihre Form verändern. Die stetige Änderung, oder, was dasselbe ist, die Entwicklung des Weltganzen unterliegt dem Gesetz des Wirkens, das von Wilhelm Roux in geistvoller Weise begründet wurde. Zum Wirken gehören immer zwei Dinge, ein wirkendes und eines, auf das gewirkt wird. Und ferner: kein Ding kann sich von sich selbst aus verändern, zu jeder Änderung sind mindestens zwei Faktoren nötig. Für das Weltganze ergibt sich daraus, daß die Gesamtenergie, die nach monistischen Anschauungen ursprünglich möglichst einheitlich zu denken ist, zunächst in einzelne Energiemengen zerlegt werden mußte, ehe diese aufeinander wirken konnten. Es muß daher ein übergeordnetes Prinzip vorhanden sein, auf das die Energiezerlegung zurückzuführen ist. Dieses Prinzip nennen wir, wenn wir eine triviale Bezeichnung vermeiden wollen, ein göttliches. Das innere Wesen des göttlichen Prinzips werden verschiedene Menschen sich sehr verschieden vorstellen, entsprechend ihrem Bildungsgrad und ihrem Auffassungsvermögen. Unser Denken ist gebunden, unser Vorstellungskreis durch unsere Organisation beschränkt. Darum ist es naheliegend, wenn auch durchaus nicht notwendig, daß man das göttliche Wesen mit menschlichen Eigenschaften ausstattet, die bis zu einer überragenden Größe gesteigert sind. Durch dieselbe Gedankenfolge kommt man zum Verständnis der Vorstellung eines persönlichen Gottes.

3. Man kann sehr religiös sein, ohne daß man alle Dogmen einer Religionsgemeinschaft für glaubhaft hält. Die religiöse Sprache ist reich an Bildern, auch das Jenseits ist ein Bild. Daß es kein körperliches Fortleben nach dem Tode geben kann, bedarf keiner besonderen Erörterung. Einer fortlebenden Seele fehlt das Ichbewußtsein, da dieses eine Folge des Zusammenhanges mit dem Körper ist. Das Fortleben einer Seele nach dem Tode können wir heute mit Sicherheit nur in der Gedankenwelt überlebender Menschen feststellen.

4. Nach dem Gesagten erübrigt es sich, auf die Ausführungen des monistischen Werbeblattes über weltliche Schule, weltlichen Staat, Weltfrieden, Gesellschaftsordnung und Rassenfragen einzugehen, zumal diese einen politischen Einschlag haben, und ihre Diskussion nicht in eine naturwissenschaftliche Zeitschrift gehört. Nur die eine Bemerkung zu machen kann ich mir nicht versagen, daß die Beschäftigung mit dem Leben des Stifters der christlichen Religion einen hohen sittlichen und erzieherischen Wert hat.

Prof. Dr. Hermann Triepel-Breslau.

Literatur.

Stark, Dr. Joh., Natur der chemischen Valenzkräfte. Leipzig '22, Verlag von S. Hirzel, Geh. 10 M.

Klut, Prof. Dr. Hartwig, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 4. Aufl. Berlin '22, Verlag von J. Springer. Brosch. 45 M.

Bauer, Prof. Dr. H., Chemie-Büchlein. Ein Jahrbuch der Chemie. 1. Jahrg. Stuttgart '22. Franckhsche Verlagsbuchhandlung.

Inhalt: Hans-Adam Stolte, Mechanistische und vitalistische Strömungen in der Geschichte der biologischen Theorien. S. 281. — **Einzelberichte:** R. Keller, Azidität und Basizität. S. 287. G. Haberlandt, Parthenogenesis und Nekrohormone. S. 289. H. Cloos, Tektonik und Vulkanismus. S. 290. W. R. B. Robertson, Maultier und Pferd als Zwillinge, und die Erblichkeit der Zwillingsgeburten. S. 292. — **Bücherbesprechungen:** E. Meirowsky und L. Leven, Tierzeichnung, Menschenscheckung und Systematisation der Muttermäler. S. 293. Scheiner-Graff, Astrophysik. S. Newcomb, Astronomie für jedermann. H. Lietzmann, Anleitung zur Himmelsbeobachtung mit kleinen Fernrohren. S. 294. H. Muckermann, Um das Leben der Ungeborenen. S. 294. E. O. v. Lippmann, Zeittafeln zur Geschichte der organischen Chemie. S. 295. E. Zander, Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen. IV. Ders., Obstbau und Bienenzucht. S. 295. — **Anregungen und Antworten:** Deutscher Monistenbund. S. 296. — **Literatur:** Liste. S. 296.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 28. Mai 1922. | Nummer 22.

August Schulz †.

[Nachdruck verboten.]

Von W. Wächter.

Am 7. Februar dieses Jahres schloß einer der merkwürdigsten Botaniker, Dr. August Schulz in Halle a. S., außeretatsmäßiger Professor an der Universität, im 60. Lebensjahre für immer die Augen. Er starb in großer Dürftigkeit an einer Lungen- und Rippenfellentzündung. Die sorgsame und liebevolle Pflege seiner Braut konnte den Tod nicht verscheuchen und so mußte der Mann, der den Frühling und die ersten Frühjahrsblumen alljährlich mit Ungeduld erwartete, in bitterer Winterkälte sein an Enttäuschungen reiches Leben beenden.[1])

Es war auf einer Exkursion in die Vogesen vor mehr als einem Dezennium, als mir unter den Anwesenden ein hagerer Mann mit einem markanten Gesicht auffiel, den ich noch nicht kannte. Seine langen Haare und die schön geformte Stirn verdeckte ein großer runder Hut von undefinierbarer Farbe, und ein etwas schütterer ungepflegter rötlichblonder langer Spitzbart und ein herabhängender Schnurrbart umrahmten einen weichen Mund. Die Augen blickten außerordentlich gütig in die Welt und doch lag in dem Gesicht ein Ausdruck von ein klein wenig Hochmut, Selbstüberhebung oder wie man es sonst nennen will, ein Ausdruck, wie man ihn bei Leuten findet, die sich zurückgesetzt fühlen und sich doch stark ihres Wertes bewußt sind. Ein weiter Bozener Mantel umschlotterte die mageren Glieder des Mannes, der in seiner Rechten eine Gitterpresse trug, die neben einigem Löschpapier seine ganzen Reiseutensilien barg, wie ich später erfuhr; weder Rucksack noch Schirm oder Stock gehörten zu seiner Ausrüstung. Er hatte ein paar Fachgenossen um sich versammelt und dozierte in einer so interessanten Art, wie ich es bisher von einem Systematiker oder Floristen noch nicht gehört hatte. — Das also war August Schulz aus Halle, wie man mir sagte, und als ich seine nähere Bekanntschaft machte, da wußte ich, daß wir ein Stück Weges auf dieser Welt zusammengehen würden.

Als Botaniker hat man vielfach Gelegenheit, originellen Menschen, besonders unter den Floristen, zu begegnen, Menschen, die abseits der großen Heerstraße wandern und lieber verwachsene Seitenpfade aufsuchen, wie es ihr Beruf erfordert. Wilhelm Raabe würde manche seiner Freunde unter diesen Fachgenossen gefunden haben, die meistens neben ihrer Liebe zu den Kindern Floras starke philologische und historische Neigungen bekunden. Das war auch bei August Schulz der Fall; er verfügte außer über philologische und historische Kenntnisse auch noch über ein geologisches, zoologisches, geographisches, kunsthistorisches und literarisches Wissen, das weit über das hinausging, was man von einem gebildeten Menschen voraussetzt, so daß man den Eindruck gewann, er könne ebensogut über andere Gebiete Vorlesungen halten wie über Floristik, Pflanzengeographie oder Biologie.[1]) — Es ist kein Wunder, daß er eine Reihe begeisterter Schüler hatte, die ihm über das Grab hinaus die Treue halten und die nicht begreifen können, daß man einem solchen Mann gelegentlich die Lehrbefähigung absprechen konnte. Seine Universitätsvorlesungen sollen allerdings nicht ganz leicht verständlich für den Anfänger gewesen sein, wie denn auch der Stil seiner wissenschaftlichen Arbeiten nichts weniger als populär war. In dem Bestreben nach Gründlichkeit und unter dem Zwang, in möglichster Kürze seine Anschauungen darzustellen, verfiel er leicht in den Fehler, zuviel zu sagen, wo er sich hätte beschränken müssen, um ein Meister der Darstellung zu werden, wie er es auf Exkursionen und in kleineren Zirkeln war. Seine Schüler sind besonders begeistert von den Nachsitzungen in Vereinen oder nach Exkursionen, wo sie oft bis zum frühen Morgen den Worten ihres Meisters lauschen konnten, ohne zu ermüden. In diesen nichtoffiziellen Sitzungen, in denen der Zwang des Uhrzeigers fortfiel, konnte sich die ganze Persönlichkeit August Schulz' ausleben, die ihre Wirkung auf seine Zuhörer niemals verfehlte. Hier, im engeren Kreise, kam natürlich auch die rein menschliche Seite des Verstorbenen zur Geltung: sein Sarkasmus, seine Fähigkeit, den Vortrag durch Wiedergabe kleiner Anekdoten zu beleben und seine humorvolle Art, die Bitterkeit des alten Privatdozenten, der jüngere Leute und sogar eigene Schüler in geachtete Stellungen aufrücken sieht, zu versüßen. — Man kann es verstehen, daß sich in diesem Manne, dessen wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiete der Blütenbiologie, der Pflanzengeographie, der Florengeschichte, der Geschichte der Botanik und vor allem der Geschichte der Getreidearten

[1]) Fräulein Margarete Mindner, den Herren Friedrich Faber, Dr. Julius Müller und K. Bernau bin ich für Ihre freundliche Unterstützung meiner eigenen Kenntnisse über den Verstorbenen zu großem Dank verpflichtet.

[1]) Nähere biographische Daten und eine Würdigung der wissenschaftlichen Leistungen, sowie ein Literaturverzeichnis finden die Leser im nächstens erscheinenden Generalversammlungsheft der Berichte der Deutsch. botan. Gesellschaft aus der berufenen Feder von Prof. H. Harms.

unvergessen bleiben, allmählich die fixe Idee festsetzen konnte, daß seine wissenschaftlichen Widersacher ein Komplott geschmiedet hätten, um ihn nicht aufkommen zu lassen. — Als es ihm pekuniär noch einigermaßen gut ging und die Resignation noch keinen Besitz von seiner Seele ergriffen hatte, wußte er sich mit einem gewissen Gleichmut in seine Lage zu schicken, und er konnte darüber lachen, als ihm zu Ohren kam, daß man die Studenten vor ihm, als Verderber der Jugend, gewarnt hätte. War er doch in guter Gesellschaft und fürchtete nicht den Schierlingsbecher, der dem Leben des griechischen Jugendverderbers ein Ende bereitete.

August Schulz hatte ein kleines Vermögen, das ihn über Wasser hielt, und was er bei seinen bescheidenen Ansprüchen sonst noch brauchte, verschaffte er sich durch literarische Arbeiten aller Art. So soll er für die „Fliegenden Blätter" und andere Witzblätter gearbeitet haben, auch für konservative Zeitungen war er tätig; eine Zeitlang war er in einem Leipziger belletristischen Verlag als Redakteur beschäftigt, und mehrere Jahre lang schrieb er Musik- und Theaterkritiken für das jetzt nicht mehr existierende Hallesche Tageblatt. Von dieser literarischen Tätigkeit haben sich merkwürdigerweise keine Belege in seinem Nachlaß gefunden; er muß alles vernichtet haben, vielleicht, weil ihm die Sachen nicht mehr gefielen. Es war eine wunderliche Eigentümlichkeit von ihm, daß er, der sonst jeden Brief, jede Notiz, jede Kritik über seine wissenschaftlichen Schriften aufhob, alles verleugnete, was ihm nicht mehr paßte, selbst manche seiner ersten botanischen Arbeiten. Damals, als er sich noch als freier Mann fühlte, sprach er gerne von dieser nicht botanischen Tätigkeit. „Wissen Sie, ich bin Journalist und pfeife auf die Geheimräte." Wenn die „Geheimräte" ihm das wirklich übel genommen haben sollten, so waren sie schlechte Psychologen und verstanden es nicht, in der Seele August Schulz zu lesen, dessen ganze Geistesrichtung vollkommen die eines reinen Gelehrten war und dessen journalistische Begabung, wenn wir diese nach dem Stil seiner wissenschaftlichen Publikationen beurteilen dürfen, sicher nicht seinen Kenntnissen auf allen möglichen Gebieten adäquat war. Wer August Schulz länger kannte, wer wußte, daß das Forschen und Lehren ihm innerster Lebensberuf war, der begreift, daß sein ganzes Streben sich auf eine akademische Stellung konzentrierte, und daß er diese nicht erreichen konnte, ist für ihn viel tragischer als für jemanden, der ein wenig anpassungsfähiger an das Leben, etwas praktischer und weniger idealistisch veranlagt ist. —

Als August Schulz älter wurde und zuweilen die Hoffnung auf eine etatsmäßige Professur auch innerlich aufgab, verschwand zuzeiten sein befreiender Humor und mit ihm die Spannkraft; er wurde etwas „mürbe" und verbittert, und seine politischen Anschauungen schlugen um. Er „pfiff" nun nicht mehr auf seine „Geheimräte", sondern wünschte sie samt und sonders an den Galgen, wenn er gut aufgelegt war. Er bekannte sich zum radikalsten Kommunismus und wäre wahrscheinlich wegen seiner Ungeschicklichkeit als erster von den vermeintlichen Genossen erschossen worden, wenn er in den Strudel hineingerissen worden wäre. Wie in allen praktischen Dingen versagte er auch in der Politik; er war ein großes gutes Kind, das mit der Welt nicht fertig zu werden wußte. Als er die Stellung eines Bibliothekars an der Carolinisch-Leopoldinischen Akademie der Naturforscher angenommen hatte und Hilfsbibliothekar an der Universitätsbibliothek wurde, vergaß er bald, daß er diese Stellungen ursprünglich des Gelderwerbs wegen angetreten hatte; er vertiefte sich so in das Bibliothekswesen, daß er sich einbilden konnte, der geborene Bibliothekar zu sein, wie er früher glaubte, Journalist zu sein. Seine große Gewissenhaftigkeit und die Neigung, alles was er tat, mit wissenschaftlichem Ernst zu betreiben, befähigte ihn natürlich, seinen Posten auszufüllen und er wußte, für sich wenigstens, seine Tätigkeit auf ein Niveau zu bringen, das ihn innerlich einigermaßen befriedigte. Ich weiß nicht, ob seine Art die volle Anerkennung seiner Behörden gefunden hat, die er erwartete; jedenfalls war er völlig niedergeschlagen, als die Leopoldina ihm seine Stellung, die jetzt, 1922, immer noch 1800 M. jährlich eintrug, aus Geldmangel kündigte. Er war so verwachsen mit der Bibliothek und der Akademie, daß er sich selbst für einen integrierenden Bestandteil dieses Institutes hielt, daß sich als „Kaiserliches" Requisit aus dem heiligen römischen Reiche Deutscher Nation durch alle Fährlichkeiten der Weltgeschichte bis über die Revolution hinaus erhalten hatte. Der „Kommunist" war stolz auf diese „Kaiserliche" Akademie; sein Sinn für alles Historische und Traditionelle hätte sich aufgebäumt, wenn Adolf Hoffmann seiner Zeit daran gedacht hätte, mit dem „alten Plunder" aufzuräumen. Ihn schmerzte, obwohl er hungern mußte, viel weniger der Verlust der 1800 M., als daß man seine Stellung für mehr oder weniger überflüssig zu halten schien. Allerdings tat ihm auch der Verlust der kleinen Summe weh, denn wenn man zum Leben in heutiger Zeit knapp 10000 M. zur Verfügung hat, dann bedeuten 1800 M. immerhin zwei Monate Lebensunterhalt. Ich war zu dieser Zeit gerade in Halle, wenige Wochen vor seinem Tode und er führte mich an seinen Mittagstisch in einem Wohltätigkeitsinstitut der inneren Mission, wenn ich nicht irre. Man konnte dort für wenige Mark ein frugales Essen haben; alte Pensionäre, arme Studenten, kleine Rentner und was sonst mit der Not des Lebens zu kämpfen hatte, waren unsere Tischgenossen. Es war recht deprimierend für mich, an diesem Ort der Darbenden mit einem Mann zu sitzen, über den der greise Schweinfurth in einem Briefe an die Braut des Verstorbenen schrieb: „Unersetzlich scheint mir z. Z. sein Verlust in der Erforschung der Getreidearten.

Er war nach Fr. Koernickes Tode der einzige Botaniker, der diese schwierigen Fragen vollkommen beherrschte." August Schulz fand das Essen ausgezeichnet; er lebte noch so in der Kriegszeit, daß es ihm nur auf den Kalorienwert ankam. Geradezu rührend war es, als er, wie wir bei einem gemeinsamen Freunde zu Gast waren, alles ablehnte, was über das Notwendigste hinausging, mit der Begründung, daß er sonst am nächsten Tage das Gute entbehren müsse, was ihm Qualen bereiten könne.

In den letzten paar Monaten seines Lebens hielt ihn die Hoffnung auf endliche Bezahlung seiner Lehraufträge in Spannung, weil er seine Braut heiraten wollte. Seit dem Tode seiner Mutter, für die er mitsorgen mußte, fühlte er sich sehr vereinsamt, aber ein gütiges Geschick ließ ihn vor nicht allzulanger Zeit in der Schwester eines Jugendfreundes eine Frau finden, mit der er den Rest seiner Tage zu verleben hoffte. Acht Tage vor seinem Tode ging sein Wunsch in Erfüllung; ganze 14000 M. wurden ihm zugebilligt, so daß ihm, dem bald 60jährigen etwa 24000 M. zur Begründung eines eigenen Haushaltes zur Verfügung gestanden hätten.

Wie war es möglich, daß ein Gelehrter von der Bedeutung August Schulz so enden konnte? Wie war es möglich, daß ein Mann von so seltenem Idealismus immer noch, trotz allen Enttäuschungen im Leben, immer noch zu hoffen wagte, daß ihm das große Los in den Schoß fallen könne? Immer wieder wurde die Resignation durch sein sanguinisches Temperament verdrängt, das ihm in den letzten Jahren seines Lebens noch die Kraft gab, sich in ein ganz neues Gebiet, die Ägyptologie, einzuarbeiten, deren Kenntnis ihm für seine Getreideforschungen unerläßlich zu sein schien. Wo finden wir den Schlüssel zu diesem eigenartigen Charakter? Sicher nicht allein in den äußeren Umständen seines vielgestaltigen Lebens, das ebenso interessant wie ungewöhnlich verlief. Als Sohn eines Beamten wurde er in seinen Knabenjahren von einem Ort zum andern geschoben. In Stettin geboren, als Protestant erzogen, fand er in Münster i. W. seine zweite Heimat, wo er in katholische Kreise geriet, die einen dauernden Einfluß auf den Jüngling gewannen, wie auf so viele, denen der Rationalismus nicht liegt. Seine außerordentlich strenge, auf Herkommen und Sitte gerichtete Lebensanschauung, seine Neigung zur Romantik und Mystik, seine Liebe zur Musik, seine Bewunderung der katholischen Charitas, der Verkehr mit geistreichen Jesuiten — das alles ließ ihn die katholische Kirche lieb gewinnen. Sein langer Aufenthalt in Halle, dieser protestantischsten aller Städte, vermochte nicht, seine Jugendeindrücke zu verwischen. Er hat sich nie wohl gefühlt in Halle; Westfalen blieb seine eigentliche Heimat und die Weser war ihm der Ganges des Abendlandes. Nie habe ich August Schulz so wohlauf gesehen, wie vor einigen Jahren, als wir von Höxter nach Corvey gingen und in dem alten Kloster die schöne Bibliothek, die einst Hoffmann von Fallersleben verwaltete, besichtigten. Dort vergaß er alle seine Leiden, seine Schwerhörigkeit, seine halbe Lunge und seine sonstigen leiblichen und seelischen Gebrechen. — Trotzdem schien er sich als Wohnort keine andere Stadt als Halle denken zu können, wo er seit seiner letzten Gymnasialzeit in schon vorgerückten Jahren bis zu seinem Tode ohne große Unterbrechungen lebte. Hier studierte er anfänglich Philologie, gab das Studium aber auf, weil er das für den Lehrberuf notwendige Gesundheitsattest nicht erhalten konnte. Er wandte sich dann der Medizin zu, und da er wegen seines sich verschlimmernden Gehörleidens als praktischer Arzt nicht tätig sein konnte, so wurde er Spezialarzt für Augenkrankheiten. Auch diesen Beruf mußte er aufgeben, da er wegen einer Schwäche in der Hand keine operativen Eingriffe machen konnte. Er war dann einige Zeit als Polizeiarzt tätig, konnte aber auch diese Praxis nicht lange Zeit ausüben, da er sehr empfänglich für allerlei Hautkrankheiten war. Äußerst charakteristisch für August Schulz war die Eingabe der Prostituierten an den Magistrat, man möchte ihnen doch diesen Arzt lassen, der als erster sie wie Menschen behandelt hätte. Sie hatten geglaubt, daß man August Schulz gekündigt hatte und wußten nicht, daß er aus eigenem Antrieb die Stellung niedergelegt hatte. — Also mit der Medizin war es auch nichts; er wollte sich nun der Jurisprudenz zuwenden, mußte aber wegen erneuter Erkrankung davon absehen. Er verbrachte dann einige Jahre in Bädern und Kuranstalten, besonders im Riesengebirge und fing wieder an, sich mit Botanik zu beschäftigen. Er hatte schon früher eine Reihe von botanischen Abhandlungen veröffentlicht und er beschloß, seine naturwissenschaftlichen Studien wieder mit Ernst aufzunehmen. 1893 verfaßte er eine botanische Doktorarbeit und im Jahre darauf habilitierte er sich als Privatdozent. Abgesehen von seiner literarisch-wissenschaftlichen Arbeit entfaltete er nun in den verschiedensten naturwissenschaftlichen Vereinen eine reiche Tätigkeit und er fand hier wegen seiner ausgezeichneten Exkursionsleitung, seiner großen Lehrbefähigung und seines stets liebenswürdig gefälligen Wesens gegen jedermann die gleiche Anerkennung wie bei seinen Studenten. Jeder, der irgendwie mit August Schulz zu tun hatte, ist voll des Lobes über seine Hilfsbereitschaft, seine Güte und Opferwilligkeit.

Wer sich als Privatdozent habilitiert, will natürlich ordentlicher Professor werden; er weiß aber, daß er durch die Habilitation keine Anwartschaft auf eine Professur hat; er weiß, daß sehr tüchtige Gelehrte ihre Dozentur ohne Erfolg ausübten und er weiß vor allem, daß hervorragende Menschen nicht über den Extraordinarius hinausgekommen sind. Das alles wußte August Schulz natürlich auch; davon zeugt der erwähnte Ausspruch

über seinen Journalismus, wodurch er zum Ausdruck bringen wollte, daß ihn äußere Mißerfolge nicht von seiner Forschungs- und Lehrtätigkeit abbringen könnten. Da er in der Lage war, wenn auch mit bescheidenen Mitteln, sein Leben in äußerer Unabhängigkeit zu fristen, so blieb er Privatdozent. Nach seinen früheren Mißerfolgen auf anderen Gebieten und bei seinen vielen körperlichen Leiden wäre es ihm auch unmöglich gewesen, von neuem umzusatteln.

Wenn wir August Schulz in seinem Wesen ganz verstehen wollen, so müssen wir Umschau halten nach ähnlichen Charakteren und mir scheint, daß Cervantes derjenige Schriftsteller ist, der ihn uns am besten verstehen lehrt. Turgeniew hat einmal einen Vortrag über Hamlet und Don Quixote gehalten und er nennt die Geistesrichtungen dieser Männer die „zwei grundlegenden Richtungen des menschlichen Geistes". Natürlich gibt es „nach der weisen Anordnung der Natur keine vollständigen Hamlete, wie auch keine vollständigen Don Quixote", sondern „das sind die letzten Ausdrucksformen zweier Richtungen". August Schulz war eine Don Quixote-Natur und das war sein Verhängnis. — Ludwig Braunfels, der Übersetzer des Don Quixote, sagt von Cervantes, er stelle seinen Landjunker „in einen beständigen und unversöhnlichen Gegensatz zu den Anschauungen und der Handlungsweise des wirklichen Lebens und bringt ihn dadurch in Lagen und Verhältnisse, die keine Lösung gestatten, wenn der Junker sich nicht dazu aufraffen kann, den Knoten zu durchhauen, die Berechtigung seines phantastischen Strebens aufzugeben, also die Unwahrheit und Torheit seines Rittertums anzuerkennen; ein Endergebnis, das nur mit dem Tode Don Quixotes eintreten kann". Don Quixote „ist ein vortreffliches reines Gemüt, er hat ein feines Gefühl, ist voll Anstand und Höflichkeit; kurz, er ist das Bild des wahren Weisen, — solange man nicht an den wunden Punkt rührt, an das Ritterwesen und dessen Wiederherstellung". „Sein ritterlich begeisterter Trieb bringt ihn stündlich in einen immer unmöglicheren Gegenkampf mit dem Leben, aber keine fühlbar schmerzliche Erfahrung kann ihm ein Anlaß werden, den Glauben, durch den und mit dem er lebt, aufzugeben oder nur eines Irrtums zu zeihen. Der Idealist gibt in jedem Konflikt sich selbst immer recht." Turgeniew in seinem oben zitierten Vortrag weist dann noch auf eine andere Seite im Charakter Don Quixotes hin: „Andererseits müssen wir auch an dem ehrlichen, wahrhaftigen Don Quixote die Neigung zur Selbstverherrlichung und zum halb unbewußten, halb unschuldigen Betrug feststellen, eine Neigung, die fast immer mit der Phantasie eines Enthusiasten zusammenhängt."

Wenn man diese Charakterschilderungen liest, so ist man erstaunt, wie fast jeder Satz auf unsern August Schulz paßt. Er stand in der Tat in unversöhnlichem Gegensatz zu den Anschauungen und der Handlungsweise des wirklichen Lebens. Er war ernstlich überzeugt, daß ein makelloser Lebenswandel und wissenschaftliche Leistungen genügen, um zu einer Professur zu gelangen. Es zeugt von einer geradezu phantastischen Lebensauffassung, die Realitäten des Lebens so ganz außer acht zu lassen. August Schulz mußte doch die Methode kennen, nach der die Berufungen erfolgen und er mußte wissen, daß neben wissenschaftlicher Leistung eine ganze Reihe von Faktoren ausschlaggebend sind, die mit der Gelehrsamkeit nichts zu tun haben. Wie wir gehört haben, soll seine Lehrbefähigung gelegentlich angezweifelt worden sein, auch sein Gesundheitszustand mag hin und wieder ausschlaggebend gewesen sein, aber der eigentliche Grund, weshalb er nicht berufen wurde, liegt doch wohl anderswo, — in der Unfähigkeit, die „Torheit seines Rittertums" aufzugeben und das Unvermögen, durch „keine fühlbar schmerzliche Erfahrung" „den Glauben, durch den und mit dem er lebte, aufzugeben". Der phantastische Glaube an die „selbstverständliche" äußere Anerkennung seiner Leistungen in Form einer Berufung war so stark in ihm, daß er es absolut nicht verstehen konnte, wie selbst seine in der Form allzuschroffen Angriffe auf seine Kritiker ihm schaden könnten. Zur Ehre unserer Wissenschaft muß jeder objektiv urteilende Mensch anerkennen, daß die Leistungen eines Forschers, mag er sein wer er will, im großen und ganzen die gebührende Würdigung finden. Man kann auch nicht behaupten, daß die erfolgten Berufungen im allgemeinen ungerecht seien. Aber man darf eben nie vergessen, daß auch die größten Gelehrten Menschen mit menschlichen Schwächen sind, und man darf es ihnen nicht verargen, wenn sie bei gleichen Leistungen demjenigen den Vorzug geben, der ihnen als Mensch am geeignetsten erscheint, in ihre Gemeinschaft aufgenommen zu werden. Man hat gesagt, die Schlußfolgerungen in den Arbeiten August Schulz seien oft etwas phantasievoll, aber ohne Phantasie läßt sich in den mehr „subjektiven" historischen Wissenschaften noch weniger erreichen als in den sog. exakten Wissenschaften. Es wird aber selbst der ärgste Widersacher einem Mann mit entgegengesetzter Anschauung aus diesem Gegensatz keinen Strick drehen, wenn er ein befähigter Kopf ist. Ich glaube daher nicht, daß die Leistungen August Schulz' es sind, die ihn Schiffbruch leiden ließen, sondern lediglich die Art, wie er sich zur Welt und denjenigen stellte, in deren Verband er aufgenommen werden wollte. Es war eben seine Don Quixote-Natur, die ihn hinderte, einzusehen, daß er hätte das System der Berufungen bekämpfen müssen anstatt die „Geheimräte". Es gibt ja in anderen Ländern andere Systeme, die vielleicht gerechter sind und wo lediglich die wissenschaftlichen Leistungen — wenigstens theoretisch — maßgebend sind, wie in Schweden z. B. — Wenn man mit Schulz darüber sprach, so gab er das

auch zu, aber er blieb trotzdem bei seinem Windmühlenkampf, „der Idealist gab sich selbst immer recht". Was Turgeniew über die Neigung Don Quixotes zur Selbstverherrlichung und zum halb unbewußten, halb unschuldigem Betrug sagt, den man fast immer in Zusammenhang mit der Phantasie eines Enthusiasten bringen kann, stimmt auch bis zu einem gewissen Grade für August Schulz. Die „Selbstverherrlichung" hielt sich immer in Grenzen, die nie unangenehm wirkten, sie ging nie weiter als es die Abwehr der gegen ihn gerichteten Angriffe erforderte und kam stets in einer taktvollen und oft sympathischen Weise zum Ausdruck; und was den „Betrug" anbelangt, so tat dieser niemandem weh, da August Schulz sich immer nur selbst betrog. Wir hörten, daß er Publikationen, die ihm nicht gefielen, verleugnete; er wollte in seiner kommunistischen Periode nichts von seiner konservativen wissen; er sprach von seiner erst kürzlich erfolgten Verlobung, wie wenn er schon 20 Jahre verlobt sei; er übertrieb oft seine körperlichen Leiden, aber alles ohne Absicht und Hintergedanken. Wahrheit und Dichtung gingen zuweilen ineinander über und gerade das machte diesen eigenartigen Menschen so anziehend, wenn man mit ihm sprach. Er konnte nicht aus seiner Haut und er vermochte den Knoten, der ihn mit der Welt verband, nicht zu durchhauen; nur der Tod konnte ihn lösen.

Als der Ritter von der Mancha auf dem Sterbebette lag, wollte ihn sein alter Waffenträger trösten und sagte, daß sie bald wieder einen Ritterzug unternehmen würden. Don Quixote aber antwortet ihm, daß das alles für immer vorbei sei. „Ich bin nicht mehr Don Quixote von der Mancha, ich bin Alonzo Quirano, den man einst wegen seines schlechten und rechten Wandelns den Guten zu nennen pflegte, — Alonzo el Bueno." So starb auch August Schulz. Als ich ihn drei Tage vor seinem Tode besuchte, war auch äußerlich alles von ihm gewichen, was an den Ritter von der Mancha erinnerte; er lag da wie ein Christus, der das Leid der Welt auf sich genommen hatte, ganz Güte, Liebe und Reinheit. Sein Tod „erfüllt die Seele mit einer unaussprechlichen Rührung. In diesem Augenblick wird die große Bedeutung dieser Gestalt jedem einzelnen nahegebracht", wie Turgeniew vom Tode Don Quixotes sagt.

Ich habe versucht, in diesen Zeilen den sonderbaren Mann, der so viel leiden mußte, dem Verständnis der Nachwelt nahe zu bringen. Alles, was Bewunderung, Freundschaft und Gerechtigkeit vermochte, habe ich ihm zu teil werden lassen. Und wenn auch größere, als August Schulz in Armut und Elend gestorben sind — auch Cervantes gehörte zu ihnen —, so bleibt doch stets ein bitteres Gefühl gegen die Welt zurück, die es zuließ, daß dieser deutsche Gelehrte besonders in den letzten Jahren seines Lebens unter den Nachwehen des Krieges so schwer zu leiden hatte.

Das Vogelleben auf dem Koralleneiland Laysan im Stillen Ozean.

[Nachdruck verboten.] Von Prof. Dr. **v. Buttel-Reepen,** Oldenburg i. Old.

Fast inmitten des Stillen Ozeans etwas nördlich vom Wendekreis des Krebses liegen, noch innerhalb der Passatwinde, einige winzige Inseln, die sich kaum über die Fluten erheben, darunter die Insel Laysan. Von Honolulu ist sie etwa 800 Seemeilen entfernt, von Amerika und Asien trennen sie Tausende von Meilen. So liegen diese unbewohnten Koralleninseln mutterseelenallein und nur zwei- bis dreimal im Jahre sendet eine Gesellschaft in Honolulu ein Segelschiff dorthin, um den auf Laysan vorkommenden Guano auszubeuten.

Vor rund 25 Jahren weilte auf diesem Eiland ein deutscher Forscher Prof. Dr. Schauinsland, Direktor des Naturhistorischen Museums in Bremen, um naturwissenschaftlichen Studien aller Art nachzugehen. Wir wollen uns hier, nur mit seinen überaus interessanten Schilderungen der Vogelwelt auf dieser Insel beschäftigen, die so gut wie gar nicht zur Beachtung gelangten, trotzdem sie besonders auch nach der tierpsychologischen Seite hin von Bedeutung sind und auch sonst so überaus reizvoll erscheinen, daß ein allgemeineres Interesse damit verbunden ist.

Schauinsland berichtete über seine Reise in einigen Feuilletons der Weser-Zeitung (1899) und in einer Broschüre: „Drei Monate auf einer Koralleninsel", die im gleichen Jahre in einem wenig bekannten Verlage erschien und die seit langem vergriffen ist.

Als Schauinsland in Laysan im Juni des Jahres 1896 landete, war er zuerst enttäuscht. „Wüßte man nicht," so schreibt er, „daß man sich hier mitten im Stillen Ozean befände und fast noch in den Tropen, so hätte man gewähnt, eine der ostfriesischen Inseln vor sich zu haben; ebenso wie diese tauchte sie aus dem Meere empor, ebenso sandig waren ihre Ufer, ebenso fahl ihr Grün. Laysan ist nur klein, drei englische Meilen lang und zwei breit; in zwei Stunden kann man sie bequem umschreiten; ihre höchste Erhebung beträgt etwa 30 Fuß, doch bleibt der größte Teil der Insel noch bedeutend unter dieser Höhe."

Wer nie auf einer Koralleninsel geweilt hat, denkt sich die Bodengestaltung nicht so, wie Schauinsland sie vorfand. So möge erwähnt werden, daß der Boden im Innern der Insel fast

ausschließlich aus Sand gebildet wird. Es ist aber nicht jener Quarzsand, den wir bei unseren Nordseeinseln kennen, sondern er wird einzig und allein aus Kalkpartikelchen zusammengesetzt, welche von Korallen und Molluskenschalen herrühren, die durch Wogen und Stürme zerrieben wurden. Auch Gesteine finden sich von mehr oder minder fester Struktur; es sind zusammengekittete Korallen und Muschelstücke, sowie Riffe, die im Innern der Insel, besonders aber am Strande zutage treten und am südöstlichen Teil der Insel senkrecht ins Meer abfallen. Hier zerschellen an diesem Riff die fast immer vom kräftigen Passat hochanschwellenden Wogen. Bei Sturm steht dort eine turmhohe Brandung, die ein erhabenes Schauspiel gewährt. Der Guano, der am Aufbau der Insel beteiligt ist, stellt durchaus keine schlecht riechende Masse vor; er ist auf Laysan ein sauberes, völlig geruchloses Mineral. Man findet den Guano teils ziemlich dicht unter der Oberfläche in mehr sandiger Form, teils in der Tiefe von mehreren Metern als festes Gestein, welches mit Hacke und Schaufel gebrochen werden muß. Die Entstehung dieses Stoffes findet hier offenbar in anderer Weise statt, als auf den berühmten völlig regenlosen Guanoinseln an der Küste Perus und Chiles. Auf Laysan regnet es nicht selten und bisweilen mit großer Heftigkeit. Schauinsland erklärt sich daher den Vorgang der Guanobildung auf folgende Weise. Während außerordentlich langer Zeiträume wurde die Insel von ungezählten Scharen brütender Seevögel besucht. Ihre auf den durchlässigen Sand der Insel abgelegten Dungmassen wurden durch den Regen ausgelaugt, das damit getränkte Wasser sickerte in die Tiefe und imprägnierte die dort befindlichen Kalksande und Gesteine. Es entstanden chemische Verbindungen zum größten Teil phosphorsaure Kalke. Nicht selten fand Schauinsland von letzteren ganze Drusen schöner reiner Kristalle. Verhältnismäßig häufig kommen in diesen Lagerstätten Knochen und versteinerte wohlerhaltene Vogeleier vor, aus denen es hervorgeht, daß schon damals die die Insel bevölkernden Vogelscharen dieselben waren, wie sie noch heute dort angetroffen werden, namentlich waren es Albatrosse und einige größere Sturmtaucher (Puffinus). Auch fand Schauinsland in diesen Ablagerungen zahlreiche hartsamige Früchte, Nüsse, Harzmassen und vor allem rundliche Bimsteinstücke, die sicherlich alle einmal den Magen der gefräßigen Vögel passiert haben, welche alle jenen auf dem Meere treibenden Stoff wahllos verschluckten, als sie hungernd die Wasseroberfläche nach Nahrung durchspähten. Schauinsland beobachtete mit Bestimmtheit, daß das auch heute noch vorkommt und häufig hat er sich darüber gewundert, welche kolossalen Bimsteinbrocken so ein Albatrosmagen in sich beherbergen konnte.

Da das Vogelleben auf Laysan nicht nur Beziehungen hat zu den eben besprochenen Bodenverhältnissen sondern auch zur Vegetation, so folgen wir auch hier den Angaben des Forschers nach dieser Richtung hin.

Zu den charakteristischen Pflanzen der Insel gehört zunächst ein Gras mit langen schilfigen Blättern (Eragrostis Hawaiiensis Hdb.), das an niedrigen und somit fruchtbaren Stellen der Insel mannshoch werden kann, an trockneren dagegen nur die Höhe von einem Meter erreicht. Es wächst nicht in zusammenhängenden Rasen, sondern in einzelnen Büscheln, deren Wurzelstock $^1/_4$—$^1/_2$ Meter Durchmesser hat. Indem zwischen den einzelnen Büschen ein mehr oder weniger großer, freier Zwischenraum bleibt, bekommt hierdurch die Vegetation der Insel, die überwiegend durch dieses Gras gebildet wird, ein äußerst charakteristisches Ansehen. Neben jenem Gras ist eine Melde (Chenopodium Sandwicheum Mog.), die in Blättern und Blüten große Ähnlichkeit mit unserer Gartenmelde besitzt, die häufigste Pflanze der Insel. Sie bildet einen sich stark verästelnden Strauch von $^3/_4$—2 Meter Höhe, dessen Stamm in alten Exemplaren fast die Dicke eines Armes erreichen kann. Dadurch, daß sich die einzelnen Büsche bereits von der Wurzel aus verästeln und außerdem auch durch das Ineinandergreifen des Astwerkes der ziemlich dicht nebeneinander stehenden Pflanzen wird ein Gestrüpp erzeugt, welches kaum zu durchbrechen ist. Dieses bietet nicht nur das beliebteste Versteck für die kleinen Landvögel der Insel, sondern es wird auch von einigen dort brütenden großen Seevögeln, den Tölpeln und den Fregattvögeln ausschließlich zur Anlage ihrer Nester benutzt, indem sie auf den Gipfeln der Büsche Äste zusammenbiegen und diese mit abgebrochenen Zweigen verflechten.

Hier stoßen wir schon auf etwas sehr Seltsames: Landvögel! auf dieser winzigen ozeanischen Insel, die in ungeheurer Abgeschiedenheit aus den Fluten des Pazifik auftaucht und Möven, die infolge des Platzmangels auf Büschen nisten. Doch ich komme hierauf noch zurück.

Leider muß ich es mir versagen, manches aus dem fesselnden Bericht Schauinslands über die eigenartige Flora anzuführen, da es nicht in direkter Beziehung zu dem Vogelleben steht, auf das ich mich, um nicht zu ausführlich zu werden, beschränken muß. Es sei nur erwähnt, daß fast alle Blüten, selbst die ganz unscheinbaren, auf Laysan einen höchst angenehmen Duft ausströmen, obgleich die Insel eine große Armut an Insekten aufweist und man doch anzunehmen pflegt, daß Farbe und Duft der Blüte nur Lockmittel für die Insekten sind, deren die Pflanzen zu ihrer Befruchtung bedürfen. Alle einzelstehenden Pflanzen zeigten, wenn sie niedrig sind, einen rosettenartigen Wuchs, wogegen die höheren mit ihren Zweigen eine gewölbte, domartige Kuppel bilden.

Noch vor gar nicht langer Zeit müssen Palmen in sehr großer Zahl auf der Insel vorhanden gewesen sein. Schauinsland fand nur noch ihre

Stümpfe. Vielleicht sind sie von armen Schiffbrüchigen abgeschlagen worden. So gab es keinen schattigen Platz auf der ganzen Insel.

Den weitaus interessantesten Teil der Landfauna der Insel bildeten die Vögel. Ist es nicht in der Tat wunderbar, daß hier auf diesem winzigen Eiland mitten im unendlichen Ozean fünf verschiedene Landvögel gefunden wurden, die sonst nirgends auf der ganzen Erde mehr vorkommen? Es sind eine Ente, eine Ralle und drei kleine Singvögel. Sie sind nach Schauinslands Ansicht, der Überrest der Fauna eines jetzt bis auf diese kleinen Inselchen versunkenen Landes. Die durchaus einleuchtenden Begründungen des Forschers können hier nicht weiter behandelt werden. Ich erwähne nur kurz, daß Schauinsland Basaltblöcke auf Laysan fand, die nicht durch Boote herbeigebracht sein konnten, sondern dem vulkanischen Kern der Insel entstammen müssen.

Auch schon aus dem Benehmen der Landvögel auf der Insel könnte man, so meint Schauinsland, den Schluß ziehen, daß sie nur die letzten Überreste eines ehemals zahlreichen Vogelvolkes sind.

Bevor ich nun dem Forscher selbst das Wort gebe, erwähne ich, daß seine Frau als Assistentin die Einsamkeit des Eilandes mit ihm teilte und sich als ausgezeichnete Hilfskraft bewährte. Eine Bretterbude, neben dem für den zeitweilig dort weilenden Aufseher der Insel errichteten Gebäude, diente ihnen als Aufenthaltsort und ein Teil des Aufseherhäuschens als Laboratorium.

„Die Landvögel tragen, ich möchte fast sagen, ein gedrücktes Wesen zur Schau, sie sind nicht mehr die Herrscher in dem Gebiet, das sie bewohnen; nie sieht man sie lustig jubelnd in die Lüfte steigen; nur niedrig über dem Erdboden dahinfliegend schlüpfen sie von Busch zu Busch; hart haben sie um ihre Existenz ringen müssen, denn sie wurden gezwungen, sich an einen Aufenthaltsort und an Lebensgewohnheiten anzupassen, die ihnen ursprünglich ganz fremd waren. Nur sie, die imstande waren, alle Wandlungen ihres ursprünglichen Wohnsitzes mitzumachen, blieben erhalten, die anderen gingen unter. Diese Anpassungen sind teilweise sehr interessant. Die Herrschenden auf der Insel sind die Seevögel, ihnen mußten sie sich unterordnen, durch sie fristen sie zum Teil aber auch wieder ihr Dasein. Der eine finkenartige Vogel (Telespiza cantans Wils.), früher offenbar ein Körnerfresser, ist fast ganz zur Fleischnahrung übergegangen. U. a. hat er gefunden, daß die Eier der hier fast zu allen Jahreszeiten brütenden Seevögel ebenso nahrhaft wie wohlschmeckend sind; mit wenigen Hieben seines starken, scharfen Schnabels öffnet er dieselben und schlürft behaglich ihren Inhalt; so dreist verfährt er dabei, daß seinetwegen die brütenden Eltern nur höchst ungern ihre Eier selbst auch nur für Augenblicke verlassen. Wechseln sie bei ihrem Brutgeschäft ab, — wenn z. B. das Männchen gesättigt vom Meere zurückkommt und sein Weibchen ablöst, damit auch dieses sich Nahrung holen kann, — so stellt sich der freie Vogel dicht an die Seite des brütenden hin und schiebt ihn derartig vom Nest herunter, daß das Ei kaum eine Sekunde freiliegt. Und doch ist der kleine Räuber oft imstande, seinen Diebstahl auszuführen. So hat sich auch die kleine, nur wenige Zoll hohe, possierliche Ralle (Porzanula Palmeri, Froh.) an ein ganz neues Leben gewöhnt; ihre Flugfähigkeit büßte sie völlig ein und sie braucht ihre kurzen Flügelstummel selbst kaum noch zur Unterstützung ihres Laufes, wenn sie mit mäuseartiger Geschwindigkeit wie ein Schatten über den Sand dahinhuscht. Ursprünglich mehr ein Sumpfvogel und auf Würmernahrung angewiesen ist sie hier fast ein Allesfresser geworden, und namentlich sind es auch wieder die Seevögel, welche ihren Unterhalt zu decken haben. Wenngleich sie mit ihrem dünnen Schnabel auch die hartschaligen Eier selbst nicht öffnen kann, so sah ich sie doch nicht selten an dem leckeren Mahl teilnehmen, wenn ein Fink dieselben zerbrochen hatte. Selbst Vogelleichen, die hier so häufig sind, verschmäht sie nicht und reißt sich von ihrem verwesenden Fleisch Fetzen los; daneben fängt sie geschickt die herumschwirrenden Fliegen und zahllose Käfer. — Von den anderen will ich nur noch den kleinen niedlichen roten Vogel erwähnen (Himatione Freethii Roth). Sein nächster Verwandter (H. sanguinea Gmel.) ist noch einer der häufigsten Vögel in den höher gelegenen Teilen der hawaiischen Inseln, wo er das Auge des Beobachters erfreut, wenn er in den Metrosideros-Bäumen umherhuscht und aus ihren schönen granatroten Blüten, deren Farbe sein Kleid wunderbar ähnelt, Honig, vielleicht auch Insekten sammelt. Auf Laysan fehlt diese Hauptnährpflanze, emsig schlüpft aber auch hier der Honigsauger von Gebüsch zu Gebüsch und sucht in den Blütenkelchen nach Nahrung, indem er namentlich die großen Blumen des früher erwähnten Caparis-Strauches bevorzugt. Er bietet ein gutes Beispiel dafür, wie durch Isolierung eine neue Art entstehen kann. Trotz seiner großen Übereinstimmung mit der hawaiischen Form unterscheidet er sich von dieser dennoch durch eine etwas andere Nuance seines roten Kleides, durch einige bräunliche Federn an der Unterseite des Schwanzes, die bei seinem hawaiischen Verwandten weiß sind, und durch seinen etwas kürzeren Schnabel genügend von diesem. Übrigens ist er sicherlich dieser kolibriartige Vogel, den Kittlitz nach dem Bericht des Schiffsarztes Isenbeck, welcher die Insel 1828 kurz besuchte, im Jahre 1834 erwähnt; in der Tat hat er eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Kolibri, wenn er von Blüte zu Blüte schwirrt. Für denjenigen, der zum erstenmal die Insel betritt, ist die Furchtlosigkeit und das vertrauensselige Wesen der meisten Vögel Laysans geradezu verblüffend. Unsere Mahlzeiten hielten wir stets in Gemein-

schaft mit den hübschen, gelben Finken (Telespiza). Hatten wir uns zu Tisch gesetzt, so kamen auch sofort einige dieser kleinen, naseweisen Burschen angeflogen und pickten an dem Brot, das vor uns lag, ja sie waren dreist genug, sich auf den Tellerrand zu setzen und mit uns den Reis und den Speck zu teilen, wir mußten sie gleich den zudringlichen Fliegen mit der Hand verscheuchen, wollten wir unser Mahl ungeschmälert genießen. Saßen wir über Mittag draußen im Schatten unseres Häuschens und ließen uns nach angestrengter Arbeit vom Passat erfrischen, so fand sich auch bald einer jener zierlichen, grauen Vögelchen (Acrocephalus familiaris Rotsch.) ein, das sich auf unser Knie oder auf die Lehne unseres Stuhles setzte, um uns zutraulich anzugucken, oder sein liebliches Lied uns vorzusingen; ja einmal wählte sich so ein kleiner Sänger die Kante des aufgeschlagenen Buches, das ich in der Hand hielt, aus, und gab sein Stückchen zum Besten. Oftmals flöteten die Finken, übrigens die besten Sänger der Insel, wenn wir sie erhascht hatten, sogar noch in unserer Hand, wenngleich ich es dahingestellt sein lassen möchte, ob das wirklich nur Zutraulichkeit oder nicht vielmehr der Ausdruck einer gewissen Verlegenheit gewesen sein mag. Unsere steten Genossen bei der Arbeit waren die possierlichen Rallen. Kaum hatten wir die Tür zu unserem Laboratorium geöffnet, so kamen mit uns gleichzeitig einige dieser kleinen Gesellen hinein und durchstöberten eifrig unsere Sammlungen, um sich an den unzähligen Fliegen, die um diese herumschwirrten, gütlich zu tun. Äußerst komisch war es dann, wenn sie von Zeit zu Zeit in ihrer Jagd inne hielten und vergnügt ihren merkwürdigen Gesang herausschmetterten, der eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Geschnarr einer helltönenden Weckuhr besitzt, ja sie suchten es sogar möglich zu machen auf unseren Tisch zu hüpfen, um dort ein Stückchen Fett oder Fleisch, das wir beim Vogelabbalgen an die Seite gelegt hatten, unmittelbar vor unseren Fingern wegzupicken. Dieselbe Vertraulichkeit zeigten auch die Seevögel. Nahmen wir unseren Weg durch eine der Albatroskolonien, so wichen die Tiere nicht nur nicht scheu vor uns zurück, sondern sie blieben ruhig auf ihrem Platz sitzen, so daß wir ihnen aus dem Wege gehen mußten, wollten wir sie nicht durch unsere Fußtritte verletzen; häufig genug kamen wir dabei aber doch in so nahe Berührung, daß sie uns höchst indigniert in die Beine kniffen, was in Anbetracht ihres kräftigen Schnabels uns durchaus kein Vergnügen bereitete. Das war jedenfalls das Benehmen der jungen Albatrosse; aber auch die alten wandten sich erst dann zur Flucht, wenn sie bemerkten, daß wir wirklich Böses gegen sie im Schilde führten. So haben wir denn auch alle Vögel Laysans mit wenigen Ausnahmen (Ente, Himatione und diejenigen Arten, welche die Insel nur vorübergehend besuchten) erbeutet, ohne das Gewehr dabei zur Hilfe zu nehmen, die Zutraulichkeit ging bisweilen aber schon in Frechheit über. Ein Fregattvogel nahm einst rasch von hinten heranschießend einem heimkehrenden japanischen Arbeiter die Mütze vom Kopf, hob sie hoch in die Lüfte und ließ sie erst nach einiger Zeit wieder fallen: dieses Spiel wiederholte er an mehreren Tagen hintereinander.

Alles deutet darauf hin, daß der Vogelwelt Laysans Menschen und Menschenwerk ganz unbekannt geblieben sind, und daß die wenigen Jahre, während welcher die Insel besucht wird, nicht genügt haben, ihr diese Kenntnis beizubringen. Eines Tages wurde ein kurzer Signalmast errichtet; ein vom Meere heimkehrender Albatros, der bis dahin wohl nie ein solches Ding gesehen hatte, flog mit einer derartigen Vehemenz dagegen, daß ihm durch den Anprall der eine Flügel, wie mit einem Messer durchschnitten, vom Rumpfe gerissen wurde. Fast ebenso tragisch verlief ein anderer Vorfall. Ein Japaner, vom Eiersammeln mit zwei wohlgefüllten Körben am Arm nach Hause eilend, wurde, als er nichts ahnend, im Vorgefühl des leckeren Mahls einherschritt, ebenfalls von einem dahersausenden Albatros mit solcher Gewalt in den Nacken getroffen, daß er dahinstürzend sich in die Tiefe der Eierkörbe versenkte. Eine Ausnahme von diesem Benehmen machen, wie gesagt, die meisten Vögel, welche auf der Insel nur als Gäste verweilen, ohne dort zu brüten. Während unter diesen der Brachvogel (Numenius tahitiensis Gm.) noch verhältnismäßig dreist ist und dadurch zeigt, daß seine Heimat in einer von Menschen noch ziemlich unbewohnten Gegend liegt, so sind die Regenpfeiferarten und namentlich der Goldregenpfeifer (Charadrius fulvus Gm.) äußerst scheu und lassen sich hier, wo jede Deckung fehlt, nur mit größter Mühe beschleichen. Um sie zu erlegen, mußte ich, häufig viele hundert Schritte platt auf der Erde kriechend, mich ihnen nähern oder vom Meer aus, wenn sie am Strande Nahrung suchten, sie schwimmend überlisten. Sie haben in ihrer Heimat wohl schon zur Genüge die Tücke des Menschen kennen gelernt.

Laysan ist ein wahres Vogelparadies, wie es auf der Erde zum zweitenmal wohl kaum noch zu finden sein wird. Während die Landvögel aber nur eine untergeordnete Stellung einnehmen und zufrieden sein müssen, wenn sie in ihm nur geduldet werden, so sind die herrschenden und tonangebenden die Seevögel; alles Übrige tritt gegen diese zurück; sie drücken der Insel ihren Charakter auf. Aus einem großen Teil des nördlichen Pazifik eilen sie hierher, um ihrem Brutgeschäft obzuliegen, für welches gerade diese Insel mit ihrem sandigen Boden geeigneter ist, als viele andere, die zwar auch unbewohnt sind, aber felsigen Grund haben und somit für alle jene Sturmvögel und Taucherarten, welche ihr Nest in oft metertiefen Höhlen anlegen, ungeeignet sind. Ungeheuer sind die Mengen, die hier nisten. Schon von weitem erblicken wir wahre Vogelwolken über der Insel und die Scharen der um-

herflatternden Seeschwalben (Haliplana fuliginosa Peale.), welche gerade im Begriff waren, sich Nistplätze auszusuchen, erschienen in der Ferne wie schwärmende Bienen. Schwer ist, solch eine Menge nach ihrer Zahl zu schätzen; sicherlich waren es aber Zehntausende, vielleicht auch Hunderttausende, die diese Vogelwolken bildeten. So ist denn buchstäblich fast jeder Quadratfuß Landes von brütenden Vögeln besetzt, so daß es dem dahinschreitenden Wanderer, namentlich während der Nachtzeit, kaum möglich ist, seinen Fuß zu setzen, ohne daß die Vögel Gefahr laufen, von ihm verletzt zu werden. Aber nicht nur in horizontaler Richtung breiten sich die nistenden Vögel auf der Insel aus, sondern auch in vertikaler, so daß sie also nicht allein nebeneinander, sondern auch über- und untereinander hausen. Weite Strecken, namentlich dort, wo der Sand recht locker ist und geringe Vegetation herrscht, sind von den in Höhlen brütenden Vögeln — den verschiedenen Arten von Sturmtauchern — geradezu unterminiert. Nichts ist beschwerlicher, als solche Stellen zu passieren! Fortwährend bricht die dünne Decke über den Höhlen durch, und bald sinkt man mit dem einen, bald mit dem anderen Bein bis weit über das Knie ein. Dort, wo Gebüsch, namentlich die strauchartige Melde wächst, kommt es vor, daß nicht nur zwei Parteien, sondern sogar vier übereinander wohnen. Auf den Wipfeln der Gesträuche haben die Tölpel und Fregattvögel ihr Nest aufgeschlagen; tiefer unten im Gezweig nisten mit Vorliebe einige der niedlichen Landvögel (meistens Acrocephalus, bisweilen auch Himatione); unten auf der Erde, noch von den Ästen beschattet, brüten die prächtigen Tropikvögel und noch tiefer im Boden zieht der schwarze Sturmtaucher in seiner unterirdischen Wohnung die junge Brut auf. In vier Stockwerken wohnen hier also die Vögel und ein Vergleich mit den Mietskasernen der großen Städte ist wirklich naheliegend; wie dort die Menschen aus Mangel an Raum sich von den Mansarden bis zu den Kellerwohnungen herab einschachteln, sind auch hier auf dem übervölkerten Eiland die Vögel gezwungen, ein Gleiches zu tun.

Trotz dieser vorzüglichen Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Raumes würden aber alle die Vogelarten, welche sich Laysan als Brutplatz erkoren, doch nicht imstande sein, dort genügend Platz zu finden, wenn sie alle gleichzeitig zusammenträfen. Sie müssen daher miteinander abwechseln; ist eine Art mit ihrem Brutgeschäft fertig, so macht sie der anderen Platz, während sie die Insel verläßt, stellt sich die andere ein. Es ist ein fortwährendes Kommen und Gehen, und die Folge davon ist, daß man fast zu jeder Jahreszeit brütende Vögel auf Laysan findet, eine Tatsache, die selbst in den Tropen, in welchen die Brütezeit überhaupt eine viel unregelmäßigere ist als in unseren Breiten, Beachtung verdient. So hat sich denn durch eine wahrscheinlich schon viele Jahrtausende währende Gewohnheit und Anpassung an die Verhältnisse ein ganz bestimmter Turnus ausgebildet in der Ankunft und den Abzug einzelner Arten. Während mehrerer Jahre ist die Beobachtung gemacht worden, daß in der Zeit vom 15.—18. August die blauen Sturmtaucher (Oestrelata hypoleuca, Salv.), welche fast die ganze Insel mit ihren Höhlen unterminiert haben, auf Laysan eintreffen, ohne daß eine Abweichung von dieser Regel vorkommt. Deutlich haftet mir noch der Abend des 17. August 1896 im Gedächtnis; es war bereits stiller auf der Insel geworden, die lärmenden Seeschwalben hatten ihre Jungen schon groß gezogen und Tausende von heranwachsenden Albatrossen hatten den Platz, wo ihre Wiege stand, Lebewohl gesagt und waren hinaus geeilt auf das unermeßliche Meer, das fortan ihre eigentliche Heimat bilden sollte. Wir lenkten unsere Schritte zurück von der Anhöhe, auf deren Spitze wir nach dem Segel, das uns wieder von der Insel nach bewohnten Gegenden führen sollte, ausspähten. Die goldenen Reflexe der untergehenden Sonne verblaßten und die feine Sichel des beginnenden Mondes begann silbern zu erglänzen; da bemerkte das Auge, dem jede der charakteristischen Bewegungen unserer lüftedurchfurchenden Genossen auf der Insel durch wochenlange Übung vertraut war, eine neue Erscheinung. Von dem verbleichenden Abendhimmel hob sich scharf die Silhouette eines herrlichen Fliegers ab, der in den kühnsten und zugleich zierlichsten Bewegungen die Luft unhörbar fast ohne Flügelschlag durchschnitt. Die Art, wie er dahinstürmte, erschien uns neu und wir wußten, daß ein neuer Ankömmling unsere Insel erreicht hatte. Am nächsten Abend waren es deren schon mehr und am dritten erfüllten bereits Tausende die Lüfte. Es waren kaum Taubengröße erreichende zierliche Vögel, die von nun an so die Insel beherrschten, daß dort, wo sie sich angesiedelt hatten, die wenigen noch brütenden Pärchen der Tropikvögel, Seeschwalben usw. vor ihnen zurückwichen, gleich als ob ihnen die Nähe der lärmenden, neuen Gäste peinlich wäre. Auf dem Lande nur Nachtvögel, nahmen sie von den unzählbaren, tief unterirdischen Wohnungen wieder Besitz; beim hellen Mondenschein konnte man sehen, wie sie emsig bemüht waren, aus den seit Jahresfrist verfallenen Röhren mit ihren zarten Füßchen den lockeren Sand zu entfernen. Liebende Pärchen fanden sich und behaupteten wacker ihr erkorenes Fleckchen zum Gründen eines Hausstandes gegen spätere Eindringlinge. Ohne Zank und Streit und vielfaches Geschrei ging es dabei nicht ab; kaum waren einige Tage verflossen, da erscholl an jedem Platz der Insel, der nur von Sand bedeckt war, ihr nicht gerade wohllautender „Gesang". Unter jedem Strauch, zwischen den Kisten, die wir vor unserer Behausung aufgetürmt hatten und leider auch unter unserem „Schlafgemach" ertönte ihr Lied, das die Mitte hielt zwischen jenem, „das Menschen rasend machen kann", und den Lauten neugeborener Kinder, die höchstens nur zärtlichen

Eltern Vergnügen bereiten. Die ganze Physiognomie der Insel war mit einem Schlage verändert. Wie bewunderungswert ist doch jener Trieb, der das Herz des Vogels erfüllt und ihn antreibt, wenn er Tausende von Meilen entfernt auf dem Weltmeere dahinschwebt, wieder jenem Platz zuzueilen, wo seine Wiege stand, um nun auch seinerseits Elternpflichten zu erfüllen! Wie muß es unser Erstaunen hervorrufen, daß der Vogel bis fast auf Stunden genau in jedem Jahr die Zeit seiner Ankunft inne hält und wo ist der Kompaß, der ihn durch Sturm und Wetter sich durch die Meereswüste nach diesem winzigen Erdenfleck leitet?

Wenige Monate später wird das Aussehen der Insel von neuem durch eine Einwanderung noch imposanterer Art als die geschilderte verändert. In den letzten Tagen des Oktober erscheinen die ersten Vorposten der prächtigen Albatrosse, und wenige Tage darauf gewährt die Insel von einem erhöhten Punkt den Anblick, als wäre sie dicht mit großen Schneeflocken bedeckt. Es gibt kaum ein Fleckchen Erde, von dem das blendend weiße Gefieder eines Albatrosses sich nicht abhebt und die Zahl dieser Vögel ist oft so groß, daß viele nur mit ungünstigen Plätzen vorlieb nehmen, viele wieder abziehen müssen.

Von den Invasionen der übrigen brütenden Seevögel der Insel erwähne ich nur noch die der Seeschwalben, die so mächtig ist, daß in den ersten Tagen, in denen die Vögel noch keinen festen Nistplatz sich ausgesucht haben, die Insel von weitem den Eindruck macht als lagere eine schwere Rauchmasse über ihr, so dicht ist die Schar der flatternden Vögel.

Der Kampf um die Existenz ist, wie wir sehen, nach keiner Richtung hin ein leichter; weitere Erscheinungen können dies bekräftigen. So ist es z. B. eigentümlich, daß alle Seevögel, die auf Laysan brüten, nur ein Ei legen, während nahe Verwandte von ihnen in anderen Breiten ein größeres Gelege haben. Nur eine Art, ein Tölpel (Sula cyanops Sund.) legt allerdings zwei Eier, jedoch brütet er regelmäßig nur eins davon aus. Ich kann mir dies Einkindersystem nur so erklären, daß der Erwerb der Nahrung für sie ein derartig schwieriger ist, daß sie, ohne leichtsinnig zu sein, nur ein Kind groß ziehen können.

Der Aufenthalt auf der Insel ist für den Naturfreund schon allein deswegen von so großem Interesse, weil er Gelegenheit findet, in einem Grade, wie zum zweitenmal wohl sonst kaum noch auf der Erde die ihn umgebende Tierwelt, insbesondere die Vögel, in ihren intimsten Regungen kennen zu lernen. Wir sind in unserer Heimat, die Jahrtausende unter menschlicher Kultur steht, auch nicht mehr entfernt imstande, die Tiere in ihrer Ursprünglichkeit zu beobachten, weil diese in nur zu berechtigter Scheu vor dem Menschen es demselben verwehren, andere als nur die flüchtigsten Eindrücke von ihnen zu erlangen. Auf Laysan dagegen zeigten sie sich, wie sie wirklich sind, jede Spur von Scheu fehlte ihnen, sie sahen in uns noch nicht ihren Feind, und wir waren daher jeden Augenblick in der Lage (weswegen jeder Irrtum ausgeschlossen ist), nicht nur ihr Tun und Treiben, sondern ich möchte auch geradezu sagen, ihr Seelenleben zu studieren und ihre Charaktere zu erkennen. Wir sind selbst erstaunt gewesen, bei jenen von der Mehrzahl doch für niedrig gehaltenen Geschöpfen so viel zu finden, was einen direkten Vergleich mit menschlichen Eigenschaften zuläßt. So war es z. B. leicht, die Vögel nach ihren Temperamenten zu unterscheiden; daß der stets polternde, seine Kinde scharf züchtigende und über jede Kleinigkeit leicht in Ärger geratende Tropikvogel den Typus des Cholerikers repräsentiert, war leicht zu erkennen; schon dem kleinsten Daunenjungen war dieses Temperament zueigen. Ein guter, ruhiger, aber etwas beschränkter Junge war dagegen der Phlegmatiker Albatros. Das ganze Gegenteil von ihm ist die zierliche, ewig bewegliche, sanguinische Seeschwalbe, die Tag und Nacht für sich und die Ihren in fieberhafter Tätigkeit ist und neben dem, was sie erreicht, auch manchen Mißerfolg zu verzeichnen hat, wenn sie in ihrer nervösen Hast Unvorsichtigkeiten beging. Ein ausgemachter Melancholiker ist aber der schwarze Sturmtaucher (Puffinus nativitatis Streets); ruhig und still sitzt er am Tage in seiner unterirdischen Wohnung; nachts aber ertönen aus derselben Laute, die dem Neuling Entsetzen einzuflößen geeignet sind; mit ihnen könnte ich nur die Jammertöne eines an seinem Leben und der Welt völlig verzweifelnden, tiefunglücklichen Menschen vergleichen. Lebhaft erinnere ich mich noch des seltsamen Eindrucks, als wir in den ersten Tagen unseres Aufenthaltes vor unserer Behausung in dunkler Nacht von Hitze und Arbeit des Tages ausruhten, und rings um uns herum aus der Erde diese markerschütternden Töne quollen. So kann nur ein von den entsetzlichsten Gewissensqualen Gefolterter stöhnen und ächzen; hier wurde es uns klar, warum die Portugiesen diese Vögel „die Seelen der Verdammten" nennen.

Ganz außerordentlich anziehend ist es, das Liebes- und Familienleben der Vögel Laysans zu belauschen. Wie es ja allein der ihnen anfangs noch unbewußte Trieb zur Erhaltung der Art ist, welcher sie auf die Insel führt, so beherrscht dieser sie auch während ihres ganzen Aufenthaltes daselbst; ist ihre Aufgabe, für die nächste Generation zu sorgen, erfüllt, so verläßt die weitaus überwiegende Mehrzahl derselben auch wieder das Eiland.

Alle Seevögel Laysans leben in strenger Monogamie und zwar ist ihre Ehe, soweit ich es beobachten konnte, meistens eine geradezu musterhafte. Die Pärchen hängen in rührender Liebe aneinander; so sieht man z. B. die Sturmtaucher stets nicht nur nebeneinander, sondern auch einander zugewendet sitzen und sich stundenlang verliebt in die Augen schauen; von Zeit

zu Zeit krauen sie sich gegenseitig zart die Halsfedern, wobei die Geliebkoste recht behaglich den Kopf senkt und sich diese Zärtlichkeiten offenbar mit großer Genugtuung gefallen läßt; nicht selten schnäbeln sie sich dann auch nach Art der Tauben, unserem Küssen vergleichbar. Wenn sie sich hierbei mit ihrem nadelspitzen, krummen Schnabel nicht verletzen und wehe tun, so ist das ein Zeichen, wie zart sie zu Werke gehen müssen. Ich selbst habe nämlich häufig gerade das Gegenteil von ihnen erfahren; ein einmaliges Zubeißen genügte vollkommen, um auf meinen Händen eine stark blutende Wunde hervorzurufen.

Ein anderes überaus reizvolles Liebesspiel ist der Hochzeitsflug, wie ich ihn nennen will, der schwarzen Seeschwalbe (Haliplana fuliginosa Gm.), den ich bei keinem anderen Vogel in solcher Schönheit ausgeprägt fand. An stillen Nachmittagen, wenn die Sonne schon zur Rüste ging, sondert sich ein Pärchen, dem andere folgen, von der übrigen Schar ab und eilt dem Meere zu, bald langsam die Flügel schlagend, bald schießend, bald fast ohne Bewegung dahinschwimmend. Jetzt wieder führt es die kühnsten Wendungen aus und erhebt sich im Dahinstürmen hoch in die Lüfte, um sich dann ebenso plötzlich wieder zu senken. Dabei hält sich Männchen und Weibchen — unmittelbar übereinander fliegend — so dicht beisammen und führt jede Bewegung, jeden Flügelschlag, jede noch so unerwartete Wendung so erstaunlich gleichmäßig aus, daß er den Anschein hat, als ob nur ein Geist die beiden Körper beseele und ein Wille sie führe. Dieses Flugspiel ist in der Tat durch seine Grazie ganz entzückend und dadurch, daß offenbar nur Liebeslust und völlige gegenseitige Hingabe es veranlassen, auch für das Gemütsleben der Vögel höchst bemerkenswert. Könnte man nicht dieses wonnetrunkene, aneinandergeschmiegte Durchschneiden der Lüfte, das behagliche Wiegen, das Dahinstürmen in wilder Leidenschaft, mit dem feurigen Tanz eines liebebeglückten Menschenpaares vergleichen? Und doch wie viel zarter, wie viel anmutiger erscheinen hierbei die Kinder der Luft!

Fast unwiderstehlich muß der Trieb, der Elternfreuden teilhaftig zu werden, sein, welcher den Vogel beherrscht. Albatrosse, denen man die Eier raubte, blieben noch wochenlang auf den Nestern sitzen; viele der zierlichen, kleinen weißen Seeschwalben (Gygis alba Sparrm.), denen ich zugunsten unseres Museums das Ei fortgenommen hatte, fand ich bei meinem Wiederkommen noch Tage lang auf einem runden Steinchen, einmal sogar auf der bleichen Schädelkapsel einer ihrer gestorbenen Schwestern, sitzen, gleich als ob sie emsig weiterbrüteten. Dieser Vogel erregt auch sonst durch die Art seines Brütens unsere Verwunderung. Geben sich Laysans Brutvögel überhaupt schon keine große Mühe mit der kunstvollen Anlage eines Nestes, so geht dieser doch darin am weitesten; gerade da, wo er sich zufällig in dem hoffnungsfrohen Augenblick befindet, läßt er sein Ei fallen, und so findet man dasselbe auf dem kahlen Sande, auf der Salzkruste der Lagunenränder, auf den kahlen Steinklippen dicht am brandenden Meer und, was das Erstaunlichste ist, nicht selten sogar in der Astgabel eines Gesträuches. Nichts ist possierlicher zu sehen, wie der Vogel selbst in dieser unbequemen Lage das Ei vollständig mit seinem Körper zu bedecken sucht; und wirklich gelingt es ihm oft daraus ein kleines, reizendes Daunenjunges zu erziehen, das ebenfalls Akrobatenkünste lernen muß, um nicht von seinem schwankenden Sitz herunterzupurzeln. — Rührend war es mir einmal zu sehen, wie ein Tropikvogel, dem ich seinen noch zarten Sprößling unserer Sammlung einverleibt hatte, am nächsten Tage das gleichalterige Junge eines Nody (Anous stolidus L.) (allerdings gegen den Willen seiner Eltern) adoptiert hatte, um der Sehnsucht, Mutterpflichten zu erfüllen, Genüge zu tun.

In ihrer Elternliebe zeigt die Mehrzahl der von uns beobachteten Vögel einen großartigen Zug von Selbstlosigkeit; waren die Jungen erst ausgeschlüpft, so vermochte keine Drohung sie vom Nest zu verscheuchen und bei den Sulaarten und den Fregattvögeln mußte man geradezu Gewalt anwenden, um den sich heftig und empfindlich wehrenden Vogel von seinem Nest zu verscheuchen. Gerade beim Fregattvogel, dem sonst an List und Tücke reichen Räuber, war das am auffallendsten; scheute er sich doch andererseits gar nicht, in einem unbewachten Augenblick nicht nur die Kinder der schwächeren Vögel, sondern sogar die seiner eigenen Sippe zu verschlingen.

Bei dem Aufziehen der Jungen beteiligen sich meistens Männchen und Weibchen gleichmäßig. Mit geradezu pedantischer Pünktlichkeit (beim Albatros und der schwarzen Seeschwalbe z. B. zwischen 3 und 4 Uhr nachmittags, beim Tropikvogel zwischen 9—10 Uhr vormittags) kommen die Eltern mit reich gefülltem Kropf vom Meer zurück, um ihre Kleinen zu sättigen. — Sind die Jungen größer geworden, so heißt es, sie in den Beruf und in die Arbeit einzuführen und sie mit den Künsten eines echten, rechten Vogels bekannt zu machen. So sahen wir denn täglich, wie die Seeschwalben ihre eben flügge gewordenen Jungen auf das Meer führten. Eine kurze Strecke eilte die Mutter voran, und ununterbrochen ertönte ihre Stimme — genau wie „weide weck" lautend — bald anfeuernd, bald warnend; und regelmäßig antworteten die gehorsamen Kleinen mit ihrem zarten „Piep, Piep". Man sollte es kaum glauben, welch eine große Ausdrucksfähigkeit dieser Vogel (und auch andere) in seiner Stimme besitzt, um alle möglichen Regungen seines Gefühllebens zum Ausdruck zu bringen; nicht nur, daß er über zahlreiche, verschiedenartige Laute verfügt, auch die Betonung ist eine äußerst mannigfaltige, und ein geübtes Ohr hört es bald ebenso leicht wie die Vogelgenossen selbst heraus, wenn die Stimme

Liebessehnsucht oder Haß, Flehen oder Fordern, Ermunterung oder Warnung ausdrückt. Mir kam dabei immer jener Volksstamm Nordostsibiriens in den Sinn, bei deren Sprache ebenfalls ein und dasselbe Wort ganz verschiedene Begriffe ausdrückt, je nach dem es betont wird.

Unstreitig besitzen einige der Vögel den Hang zum Spielen. Nur zu ihrer Lust offenbar erheben sich um die Mittagszeit manche der herrlichen Flieger so hoch über die Insel in die Luft, daß sie kaum noch dem Auge erreichbar sind, und ziehen dort stundenlang ihre Kreise. Voll stimme ich den übrigen Beobachtern bei, welche behaupten, daß der schwimmende Flug des mächtigen Fregattvogels in jenen Höhen auch ein verwöhntes Auge mit Entzücken erfüllen kann. Noch bewunderungswerter, nicht nur in Anbetracht der Schönheit, sondern ich möchte fast sagen, in psychologischer Hinsicht, erschien mir ein anderes Flugspiel, das auch nur dem Ergötzen dient. Man sieht ja wohl auch bei uns eine Anzahl Störche oder an den Meeresgestaden in den Frühlings- und Sommermonaten Möven zu größerer Anzahl vereinigt kreisen; wie unscheinbar aber ist dieser Lufttanz gegenüber der großartigen Vogelquadrille, an welcher wir uns häufig auf Laysan zu erfreuen Gelegenheit hatten. An ziemlich windstillen und warmen Tagen, meistens während der Mittagsstunden, sahen wir, wie sich eine bis dahin ganz unregelmäßige Schar von Seeschwalben, bisweilen Zehntausende zählend, zu einer regelmäßigen Figur zusammen fügte; sie bildeten einen ungeheuer großen Zylinder, dessen unteres Ende sich bisweilen dem Meeresspiegel näherte, während das obere zu bedeutender Höhe sich in die Lüfte erhob; an seiner Peripherie bewegten sich Tausende und Abertausende von Vögeln scheinbar ganz regellos hin und her, indem die einen nach dieser, die anderen nach jener Seite hinflogen, aber trotzdem herrschte in dem Ganzen doch Ordnung und Gesetzmäßigkeit; es erschien wie die wohl einstudierte Tour eines Reigentanzes. Neben der kreisförmigen Bewegung der einzelnen Vögel auf der Zylinderfläche rückte nun die gesamte Masse, dabei auch auf- und abwogend, gleichmäßig weiterschreitend vor, meistens dem leichten Zug des Windes folgend. Jeder Vogel unter all den Tausenden beschrieb dabei, wie leicht ersichtlich, eine außerordentlich komplizierte Linie, und doch sah das Ganze rhythmisch und harmonisch aus. Als die Jungen flügge zu werden begannen, war es höchst possierlich mit anzusehen, wie auch diese sich daran beteiligen wollten, meistens aber „Kohl" machten und dann bald abschwenkten. Sehr sonderbar ist es, daß bei diesem Tanz sich nicht nur eine Vogelart beteiligte; stets war auch eine ganz beträchtliche Anzahl von Fregattvögeln dabei, die sonst mit den Seeschwalben durchaus nicht auf gutem Fuße lebten, jetzt aber ganz freundschaftlich am Spiel teilnahmen. Diese beiden Arten waren stets in überwiegender Mehrzahl; hin und wieder sah man auch vereinzelte Tropikvögel, weiße Seeschwalben und Tölpel dabei, und nur ein- oder zweimal flog auch ein Albatros mit.

So idyllisch ist das Vogelleben aber nicht immer auf der Insel, es herrscht auch hier oft Zank und Streit; die meiste Veranlassung dazu bietet aber der große Wegelagerer, der Fregattvogel; an anderen Wohnplätzen soll derselbe ja wohl wie andere Vögel seine Nahrung aus dem Meere holen; hier auf Laysan habe ich ihn nur als Räuber kennen gelernt. Kommen die Sturmvögel, die Tölpel, die Tropikvögel beladen vom Fischfang zurück, so erspäht sie der diebische Geselle schon von weitem und sucht sich ihrer Beute zu bemächtigen. Mit sausendem Flug, dem an Schnelligkeit kein anderer auch nur entfernt gleichkommt, erreicht er gleich einem Pfeil sein Opfer und zwickt dasselbe mit seinem langen, scherenartigen, vorne hakigen Schnabel so lange, bis es, um nur entweichen zu können, seinen gefüllten Kropf entleert; wie ein Blitz schießt der Räuber hinterher und hat den für ihn leckeren Bissen schon lange in seinem unersättlichen Schlund geborgen, bevor dieser fallend das Meer hätte erreichen können.

Bemerkenswert ist es, daß die Fregatten dabei die kleineren Vögel nur zwicken und quälen, nie aber ernstlich verletzen oder töten, denn sonst würden sie sich ja ihrer Ernährer berauben. Voll Mitleid sah ich oft, wie Tropikvögel, die vielleicht halbetagelang fleißig gefischt hatten, unmittelbar vor der Insel trotz aller ihrer Mühen und Künste, dem Räuber zu entkommen, ihm schließlich doch den Tribut zahlen mußten und nun mit leerem Kropf zu ihrem Jungen kamen; traurig kauerten sie sich neben ihm hin und das hungernde Kleine sah verwundert auf die Mutter, die noch immer mit der ersehnten Mahlzeit zögerte; es wurde ungeduldig und in seinem Begehren drängender, bis es dann schließlich statt der erhofften Atzung einige derbe Schnabelhiebe erhielt. So hatte die Familie einen traurigen Tag; das Junge einen hungrigen Magen und die Alte größere Arbeitslast.

Ich möchte die Schilderung der Vogelwelt Laysans mit einigen Episoden aus dem Albatrosleben beschließen. Während unserer Anwesenheit waren die kleinen, anfangs noch ganz hilflosen Jungen beträchtlich herangewachsen, und hinter jedem Grasbusch sah man das gutmütige Gesicht eines wohlgenährten Albatroskindes, das durch die Daunenhaube auf seinem Kopf, namentlich dann, wenn der Wind hineinblies, einen recht drolligen Anblick gewährte. Eines sah genau ebenso aus wie das andere, wenigstens für unser Auge, wenn auch nicht für das der Mutter; denn kam diese reich beladen vom Meer zurück, so erspähte sie bald unter all den Tausenden ihr richtiges Kind, und sollte dieses auch vorgezogen haben, lieber etwas spazieren zu gehen, als an dem gewohnten Platz, wo seine Wiege stand, zu warten. Bisweilen war es sehr komisch mitanzu-

sehen, wie sich um solch eine Nahrung bringende Albatrosmutter eine ganze Anzahl von Jungen sammelte und von ihr Speise erbettelte; eine Zeit hindurch ließ sich die Alte das ruhig gefallen, dann aber hob sie gleichsam entrüstet über die Dreistigkeit der heutigen Jugend Hals und Kopf senkrecht empor, um einen heulenden Klagelaut auszustoßen und dann sofort die sie bedrängende Schar mit derben Schnabelhieben zu züchtigen; jetzt erst hatte sie Raum, um ihr eigenes Kind zu sättigen, war das erfolgt, so kauerte sie sich neben ihm nieder und einige Stunden hindurch erfreute sich dann die Familie einer behaglichen Ruhe im glücklichen Beisammensein. Allmählich wuchsen den Jungen immer mehr die Schwingen und täglich übten sie deren Kraft, sie entfaltend und im laufenden Flug über den Sand dahineilend. Gleichzeitig erwachte in ihnen auch die Sehnsucht nach dem Meer, täglich rückten sie ihm ein Stückchen näher und erstaunlich war es dabei zu beobachten, wie auch diejenigen, welche von ihrem Standort aus das Gestade nicht sehen konnten, dennoch stets den kürzesten Weg zu demselben einschlugen. Hatten sie erst den Strand erreicht, so hielt es sie auch nicht länger zurück, sich dem ersehnten Element anzuvertrauen. Häufig genug mußten sie dieses erste Wagnis mit dem Leben bezahlen; namentlich an solchen Stellen, wo an den steilen Ufern die See mächtig brandete, findet man nach schwerem Wetter oft die Leichen von nicht ganz flüggen Albatrossen. Überblickt man das Leben dieses Vogels auf jener Insel, so wird man geradezu dazu gedrängt, es mit menschlichen Verhältnissen zu vergleichen. Diejenigen, welche zuerst dort ankommen, können sich die besten Plätze auswählen, an denen sie ihre Jungen leicht und sicher aufzuziehen imstande sind; diese gedeihen prächtig und treten wohlgerüstet in das Leben hinein. (Berlin West!) Die letzten aber, welche sich mit oder ohne Schuld verspätet haben, müssen mit den schlechtesten Wohnplätzen vorlieb nehmen, oft nur mit dem bei trockenem Wetter aus schierem Salz bestehenden Ufer der Lagune, das nach kurzem Regen mit einem scharfen, laugenartigen Schlamm bedeckt ist. Hier sieht man auch die größte Zahl von verkommenen Vogelkindern mit struppigem Gefieder und wunden, von der Salzsohle angeätzten Beinen, hier herrscht die größte Kindersterblichkeit, und Hunderte von Leichen liegen umher. (Ärmlichste Kellerwohnungen der Großstadt.) Nicht selten geht aber die Nachkommenschaft auch zugrunde, wenn die Eltern selbst zu schwer im Kampf ums Dasein zu ringen haben. Stürme verzögern ihre Wiederkunft, verschlagen sie in ferne Gegenden, und kommen sie dann nach Hause zurück, so finden sie ihre Kleinen verhungert und verdurstet, wenn die Wogen ihnen selbst nicht sogar ein frühzeitiges Grab bereiteten. So erscheint es auch hier, als ob Reichtum und Armut, Glück und Unglück auf der Erde, wie dieselbe nun einmal ist, teils selbstverschuldet, teils die notwendige Folge von Lebensbedingungen ist, denen alle Organismen unterworfen sind, und welche kraft der ihnen innewohnenden Naturgesetze über diesen stehen; vor ihnen müssen sie sich beugen, ihnen können sie nicht entrinnen, wie sehr sich ein höheres Gerechtigkeitsgefühl auch darüber empören mag."

Man wird es begreiflich finden, daß es mich gedrängt hat, diese wundervollen Schilderungen eines einzigartigen Vogellebens der Vergessenheit zu entreißen und ihnen eine weitere Verbreitung zu geben, weil sie einerseits dem Tierpsychologen eine Fülle von Anregungen und wertvollste Beobachtungen bieten und andererseits dem Naturfreund so reizvolle Bilder einer menschheitsfernen, ungestörten Vogeloase in ihrer ganzen Ursprünglichkeit vor die Seele zaubern, wie sie uns bisher in dieser besonderen Art kaum je gegeben worden sind.

Bücherbesprechungen.

Geiger, Moritz, Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie. Vortrag, geh. im I. Zyklus gemeinverständl. Einzelvorträge, veranstaltet von der Universität München. Halle a. S. 1921, Max Niemeyer. 5 M.

Eine ebenso kurze, wie vortreffliche Einführung nicht nur in das im Thema genannte Problem, sondern in die verschiedenen Grundrichtungen der modernen Erkenntnistheorie überhaupt. Der Verf. arbeitet sehr fein die verschiedenen Einstellungen heraus, durch die der Positivismus, der Realismus und der Idealismus dem philosophischen Gehalt der Relativitätstheorie teils entgegenkommen, teils sich mit ihm abzufinden versuchen. Ich möchte meinen, daß die rein sachliche Darstellung jener philosophischen Richtungen dadurch, daß sie ständig auf den Lehrgehalt einer spezialwissenschaftlichen, wenn auch reich mit philosophischem Geiste erfüllten Theorie sich bezogen fühlen muß, an Klarheit viel mehr gewonnen hat, als wenn, wie es üblich ist, jene Richtungen aus sich selbst entwickelt worden wären, und möchte wünschen, daß diese Methode der Darstellung auch für rein erkenntnistheoretische Arbeiten mehr in Aufnahme kommen möchte. Eine Fülle von Mißverständnissen und gemachten Problemen würden dann entweder gar nicht auftauchen oder doch dem kritischen Blick viel weniger leicht entgehen.

Diese unsere freudige Zustimmung zu der klaren Darstellungsart des Verf. und die ebenfalls gern gewährte Anerkennung seines Rechts auf

Verteidigung seines idealistisch-aprioristischen Standpunkts darf uns aber nicht hindern, manche seiner Ergebnisse für sachlich bedenklich und objektiv unrichtig zu halten. Der Positivismus kommt z. B. unseres Erachtens viel zu schlecht weg. Der Verf. sieht nur sein negatives Gesicht. Allein es muß doch auffallen, daß man diese philosophische Richtung eben Positivismus und nicht Negativismus heißt. Unseres Erachtens sind Positivismus und Apriorismus durchaus nicht unvereinbar, obschon Mach und seine Schule das in der Tat annehmen. Bezeichnend für die Situation erscheint uns ein Wort eines so ausgesprochenen Aprioristen wie Husserl, der sich einmal als „den echten Positivisten" bezeichnet und dem Geiger, wenn ich nicht irre und wie mir auch aus seinen Schlußsätzen hervorzuleuchten scheint, doch auch recht nahesteht. Ich wenigstens sehe in jener Äußerung Husserls mehr als eine geistreiche Entgleisung und möchte glauben, daß die Phänomenologie Husserls, die ich in der vorliegenden Form prinzipiell für verfehlt und zu einseitig an Problemen der Psychologie, dieser im Prinzipiellen immer noch allzu unfertigen Wissenschaft, orientiert halte, dadurch, daß sie sich mehr mit dem positiven Geiste des Positivismus erfüllt, jene Gestalt annehmen könnte, die man von einer Erkenntnistheorie der modernen mathematischen Naturwissenschaft zu verlangen berechtigt ist. Husserl ist meines Erachtens von diesem königlichen Wege der Erkenntnistheorie, den er mit unübertrefflicher Klarheit im ersten Bande seiner „Logischen Untersuchungen" (2. Aufl., Halle 1913) gezeichnet hatte, in seinen späteren Schriften leider dadurch wieder abgewichen und in psychologistische Netze geraten, daß er seine Methode, statt sie an der logisch charaktervollen Physik zu versuchen, an psychologischen Problemen versuchte, die in ihrer erkenntniskritischen Aufhellung doch gänzlich von derjenigen der Physik und Physiologie abhängig sind. (Vgl. des Rezensenten Arbeiten in Heft 50, 1920 und Heft 25, 1921 dieser Zeitschrift.)

Doch das nebenbei. Wie sehr Geiger auch von der unseres Erachtens falschen Richtung der Phänomenologie eingenommen ist, scheint mir aus folgendem Satz der vorliegenden Schrift hervorzugehen (S. 39): „euklidisch ist der phänomenale, der anschauliche Raum, nichteuklidisch die transphänomenale vierdimensionale Mannigfaltigkeit". Nun ist es gewiß richtig, daß ein und derselbe Gegenstand Objekt verschiedener Wissenschaften sein kann, aber doch nur dann, wenn diese Wissenschaften in ihrem logischen Charakter verschieden sind, ganz differente Ziele verfolgen. So kann ein und dasselbe Buch, etwa eine wertvolle Inkunabel, Gegenstand kunstgewerblicher Betrachtungen, wie auch wirtschaftlicher und sogar rein politischer Interessen sein. Nicht aber sind zwei Wissenschaften möglich, die beide das „Wesen", z. B. des Raumes, wie es als solches ist, aufhellen wollen und dabei zu verschiedenen Resultaten kommen. Eine von beiden Raumauffassungen ist dann unbedingt falsch. Dabei ist es ganz einerlei, ob man den Raum einmal „Euklidischer Raum", ein andermal „vierdimensionales Kontinuum" heißt. Die Rekonstruktion verschiedener „Wesen", wo es sich doch nur um verschiedene Worte handelt, ist mir immer typisch für die sog. Phänomenologie erschienen.

Obschon ich den auch im obigen Zitat gemachten Versuch Geigers, Kants Lehren von der Apriorität des Raumes und der Zeit den Ergebnissen der Relativitätstheorie gegenüber zu retten, für bedeutend geistvoller halte, als die ähnlichen Bemühungen von Sellin und Schneider, muß ich ihn doch meines Erachtens als ebenso verfehlt bezeichnen. Ich glaube nicht, daß die in dieser Frage vertretene Position Reichenbachs ernsthaft widerlegbar ist.

Ganz unverständlich ist mir auch, wie Geiger das phänomenale Farbenring-„Gesetz" a priori nennen kann. Diese phänomenalen Aprioris sind doch, wie Geiger selbst behauptet, nur für den gültig, der sie sieht! (S. 32 unten.) Wie ein solches, subjektiv bedingtes Apriori, ein „hölzernes Eisen", wie ich meine, eine für alle gültige objektive Wissenschaft, die doch auch Geiger schaffen will, begründen helfen soll, das verstehe ich einfach nicht. Hier scheinen mir verschiedene logische Dinge in die Form desselben „Wesens" gepreßt zu sein.

Doch genug der sachlichen Polemik. Daß sie an der Hand des Geigerschen Schriftchens möglich und notwendig war, ist mir ein treffliches Omen für ihren zu eigenem Denken anregenden Wert. Wir wünschen ihr recht viele und recht — kritische Leser.

Adolf Meyer, Hamburg.

Schmidt, Prof. Dr. Heinrich, Philosophisches Wörterbuch. 6. verb. Aufl. 71.—80. Tausend. Stuttgart 1921, Verlag Alfred Kröner.

Wenn ein „philosophisches Wörterbuch" in einer so ungeheueren Auflage erscheint, so muß dieser Tatsache ohne Zweifel etwas tieferes zugrunde liegen als ein gewöhnliches Unterhaltungsbedürfnis des Publikums. Der Verf. meint, daß das Interesse für Philosophie in weitesten Kreisen des Volkes erheblich gestiegen sei, was nicht bestritten werden soll. Aber der Erfolg eines Buches hängt nicht allein vom Publikum ab, sondern auch vom Autor. Es ehrt das deutsche Publikum, daß es an einem philosophischen Buche Interesse findet, dazu noch an einem „Wörterbuche", aber es ehrt auch den Autor, daß er es verstanden hat, der „großen Masse" zum Verständnis einer scheinbar so aristokratischen Materie, wie es die Philosophie ist, zu verhelfen. In keinem anderen Lande, als dem der „Dichter und Denker" dürfte ein Buch mit einem so nüchternen Titel so begehrt sein, und wenn man aus Leserkreisen hört, daß viele das „Wörterbuch" als Reiselektüre, als

ständiges Taschenbuch mit sich herumtragen, dann kann der Autor zufrieden sein, und er wird es sich gerne gefallen lassen, wenn der Kritiker hier und da etwas auszusetzen findet. — Das Buch ist ohne Zweifel tendenziös im Sinne eines Monismus, wie ihn der Autor auffaßt, gestaltet, was natürlich in den einzelnen Artikeln stark zum Ausdruck gelangt. Ob aber das Geheimnis des Erfolges in dieser Tendenz liegt, möchte ich bezweifeln. Im Vorwort zur zweiten Auflage gibt der Verf. zu, daß die erste Auflage wohl etwas zu subjektiv geraten sei; nach Auffassung des Ref. ist selbst die vorliegende Auflage immer noch etwas zu „subjektiv" und die nächste Auflage sollte dem Bedürfnis unserer Zeit nach dem Transzendenten etwas mehr Rechnung tragen. Der Verf. braucht seinen eigenen Standpunkt dabei nicht zu unterdrücken oder zu verschleiern, und die Gefahr, als bloßer Kompilator zu gelten, besteht auch dann nicht, wenn gewisse von der Ansicht des Verf. abweichende Meinungen objektiv referiert werden. — Bei der großen Bedeutung, die in dem Werke den naturwissenschaftlichen Forschungen und der Naturphilosophie eingeräumt wird, sollten Probleme wie der Vitalismus z. B. nicht allzu einseitig im materialistischen oder chemisch-physikalischen Sinne behandelt werden. Vergeblich hat Ref. nach dem Namen Driesch gesucht, Reinke steht unter dem Stichwort Dominante, aber nicht als eigenes Stichwort. Engramm und Mneme findet man, aber Semon fehlt; Euphorismus ist Stichwort, aber der Schöpfer dieser Lehre, Müller-Lyer fehlt. Bei der nächsten Auflage sollte der Verf. die Namen aller Autoren, die überhaupt in dem Buche vorkommen, ins Alphabet aufnehmen, wenigstens ganz kurz unter Hinweis auf den zugehörigen Artikel. Der Raum kann leicht gewonnen werden. — Unter dem Stichwort Spiritualismus steht, daß dieser Begriff „häufig auch als Idealismus bezeichnet" wird, und als Vertreter des Spiritualismus wird u. a. auch Schopenhauer genannt. Schopenhauer aber identifiziert diese Begriffe nicht und erklärt sich gegen den Spiritualismus. — Unter dem Stichwort „Konvergenz" ist auf die Fischähnlichkeit der Wale hingewiesen; es wäre wünschenswert, auch ein Beispiel aus der Botanik zu nennen, wie Kakteen und sukkulente Euphorbiazeen. — Bei der Behandlung der „Entwicklungsmechanik" dürften neben Roux die Namen Goebel, Klebs und Vöchting nicht fehlen, da diese Botaniker vor Roux zum Teil auf dem gleichen Gebiet tätig waren, wenngleich sie eine andere Terminologie haben. Bei „Instinkt" sollte auf Semon und Schopenhauer hingewiesen werden, weil die Lehren dieser beiden ohne Frage vielen das Verständnis des Instinktes erleichtern. Verdienstlich wäre auch bei „Helmholtz" ein Hinweis auf Schopenhauer, der Helmholtz des Plagiats bezichtigt. — Doch ich möchte meinen Wunschzettel hier nicht erweitern, um nicht den Schein zu erwecken, als erkenne ich nicht die große Arbeit an, die in diesem kleinen Buche steckt. Nur den einen Wunsch will ich noch äußern, nämlich daß es dem Verf. bald vergönnt sein möge, das hunderttausendste Exemplar in die Welt zu setzen. Wächter.

Dürken, Bernhard und **Salfeld, Hans**, Die Phylogenese. Fragestellungen zu ihrer exakten Erforschung. Berlin 1921, Borntträger. 18 M.

Zoologie und Paläontologie sind zwei Forschungsgebiete, die auf breiter Front zusammenstoßen und stellenweise sich gegenseitig überdecken. Dies gilt nicht allein für den rein morphologischen Teil, sondern in demselben Maße für den biologischen, wenn auch bei dem letzteren die Zusammenhänge erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit berücksichtigt werden. Besonders Fragen der Abstammungslehre, der Phylogenese, können nur dann eine zuverlässige Lösung finden, wenn die Vertreter der beiden Wissenszweige zusammenarbeiten, sich gegenseitig unterstützen und die einen die Resultate der anderen verwerten. Dies ist bis jetzt nicht immer geschehen. Um so mehr ist ein Schritt in dieser Richtung zu begrüßen. In zwei getrennten Abschnitten legen die beiden Verff. ihre Anschauungen über die hierher gehörenden Fragen dar.

Dürken stellt sich die Aufgabe, bestimmte Seiten des Abstammungsproblems zu betrachten und Fragestellungen zu formulieren, die auf experimentellem Weg zu fassen sind. So sind zwei Hauptprobleme zu erkennen: das Problem der Mannigfaltigkeit der Formen und das Problem der Zweckmäßigkeit. Beide enthalten zwei Teilfragen, nämlich die Betrachtung des rein formalen Ablaufs der Entstehung von Mannigfaltigkeit bzw. Zweckmäßigkeit und das Suchen nach der Ursache hierfür. Im weiteren wird nur das Problem der Mannigfaltigkeit, zuerst in bezug auf seine formale Seite, dann nach der kausalen erörtert.

In der rezenten Fauna gelangt eine außerordentlich große phänotypische Mannigfaltigkeit zur Beobachtung. Ein bestimmter Phänotypus entsteht als das Produkt aus Anlage (Genotypus) und Milieueinwirkung. In der Generationenfolge kann erbliche Mannigfaltigkeit des Phänotyps durch Änderung des Genotyps, sei es durch Mutation, sei es durch Bastardierung (Neukombination von Erbfaktoren), in gewissen Fällen wohl auch indirekt durch Einwirkung eines veränderten Milieus zustande kommen. Da für das Zustandekommen eines bestimmten Phänotyps in erster Linie der Genotypus von ausschlaggebender Bedeutung ist, so müssen auch die Genotypen der rezenten Fauna außerordentlich mannigfaltig sein, wobei sowohl quantitative als qualitative Differenzen vorkommen mögen. Verf. unterscheidet zwischen karyogener und plasmogener Vererbung.

Unter karyogener Vererbung versteht er die Vererbung durch feste Gene, die in Chromosomen lokalisiert und gegen äußere Einwirkungen von großer Widerstandsfähigkeit sind. Die plasmogenen Vererbungsträger sind diffus im Cytoplasma verteilt und wenigstens zum Teil leicht veränderlich. Verf. stellt nun eine Hypothese des Verlaufs der Phylogenese auf, die eine Grundlage für die Aufstellung bestimmter, exakten Methoden zugänglichen Fragen bilden soll. Danach ist der ganze Komplex der Erbträger von einem vorauszusetzenden Ausgangsstadium aus allmählich entstanden. Zunächst treten Gen-Vorstufen in plasmogener Form auf, die entweder noch ganz unwirksam sein können, oder, wenn sie einen gewissen Schwellenwert fast erreicht haben, pseudoprogressive Formen bedingen. Ist der Schwellenwert erreicht, so ist ein solcher plasmogener Erbfaktor zwar in den dauernden Bestand der Keimzellen eingegegangen, jedoch noch nicht als Gen, er wird dementsprechend nicht mendeln. Die zweite Schwelle liegt da, wo ein plasmogener Vererbungsträger in den karyogenen Komplex übergeht, also zum eigentlichen Gen wird. Stets wird die Erreichung des Schwellenwertes im Phänotypus eine Salto-Mutante hervorrufen. Werden die Merkmale immer mehr durch eigentliche Gene vererbt, so wird die Starrheit des Organismus immer größer: es treten Exzessivformen auf, wie sie von vielen Tiergruppen bekannt sind. Die andere Seite des Problems, nämlich die Frage nach der Ursache, führt zu einer Besprechung des Problems der Vererbung erworbener Eigenschaften. Die Stellungnahme des Verf.s ist aus dem Vorstehenden zu entnehmen. Ein Arbeitsprogramm bildet den Abschluß dieser Betrachtungen.

Auf das Verdienst der Arbeit wurde eingangs hingewiesen. Aus der Inhaltsangabe ist jedoch zu ersehen, daß des Verf.s Ansichten über Vererbung und Erscheinungen, die nicht unter diesen Begriff fallen, sich mit den sonst vorherrschenden nicht decken. So erscheint es zweifelhaft, ob die aus solchen Anschauungen gewonnenen Fragestellungen die Forschung erheblich fördern.

Auch der kurze Abschnitt Salfelds soll ein Programm sein und Fragestellungen der Paläontologie zum Abstammungs- und Vererbungsproblem bringen. Die Grundlage bilden teils eigene Arbeiten, teils solche von Schülern. Der Verf. versucht Ergebnisse und Begriffe der Vererbungslehre bei paläontologischen Untersuchungen zu verwenden. Verschiedene Tiergruppen (besonders Ammonoideen) wurden unter exaktester Berücksichtigung des „Zeitfaktors" gesammelt und nach Mutationsreihen geordnet. Es erscheint jedoch äußerst fraglich wie weit das so gewonnene Bild den tatsächlichen Vorgängen entspricht. Die Erblichkeitsuntersuchungen der letzten 20 Jahre haben gezeigt, wie vorsichtig man mit der Annahme von Mutationen sein muß und daß Bastardierung eine viel größere Rolle bei der Neubildung von Formen spielt. Ob Mutation oder Bastardierung vorliegt, wird jedoch bei fossilem Material sehr schwer zu entscheiden sein. In den Teilfragen befinden sich die Ausführungen in starker Anlehnung an die Hypothesen Dürkens, so daß das über diese Gesagte hier in verstärktem Maße gilt. Otto Kuhn.

Wien, W., Aus der Welt der Wissenschaft. 320 Seiten mit 3 Fig. im Text. Leipzig 1921, J. A. Barth. Geb. 60 M.

Es handelt sich hier um eine Sammlung von Vorträgen und Aufsätzen Wiens aus älterer und jüngerer Zeit, welche allen, die Interesse für wissenschaftliche Fragen haben, hochwillkommen sein wird. Sie gibt einen jedem Gebildeten verständlichen, bis in die Tiefen führenden vortrefflichen Einblick in die wichtigsten Probleme, die die neuere Physik beschäftigen und in deren Zusammenhang mit allgemeineren Fragen der menschlichen wissenschaftlichen und praktischen Betätigung.

An zwei Vorträge allgemeinen Inhalts, die sich mit der Stellung der Universitäten im deutschen Geistesleben und den Beziehungen der Physik zu anderen Wissenschaften beschäftigen, reihen sich 5 Aufsätze über wissenschaftliche Persönlichkeiten, nämlich Röntgen, den Zoologen Boveri, Helmholtz, den im Kriege gefallenen Würzburger Physiker Mathias Cantor und den französischen Mathematiker H. Poincaré. Es folgen 8 wissenschaftliche Vorträge speziellen Inhalts, die teils aus der Vorkriegszeit stammen, teils auf Veranlassung der Heeresleitung im Kriege, teils in der Nachkriegszeit gehalten worden sind. Ref. möchte besonders den letzten Vortrag über „die Relativitätstheorie vom Standpunkt der Physik und Erkenntnislehre" hervorheben, den er als eine der vortrefflichsten kurzen, durchweg rein sachlichen kritischen Betrachtungen der Relativitätstheorie bezeichnen muß, die ihm bis jetzt bekannt geworden sind. Eine größere Zahl von Anmerkungen, die dem Literaturnachweis und der Ergänzung der älteren Vorträge dienen, bildet den Abschluß des Bandes, dem weiteste Verbreitung zu wünschen ist. A. Becker.

Inhalt: W. Wächter, August Schulz †. S. 297. v. Buttel-Reepen, Das Vogelleben auf dem Koralleneiland Laysan im Stillen Ozean. S. 301. — **Bücherbesprechungen:** M. Geiger, Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie. S. 309. H. Schmidt, Philosophisches Wörterbuch. S. 310. B. Dürken und H. Salfeld, Die Phylogenese. S. 311. W. Wien, Aus der Welt der Wissenschaft. S. 312.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 4. Juni 1922. | Nummer 23.

Goethes Naturanschauung in seinen Gedichten.

Von **Wilh. Troll**-München.

„Wer zu mir kommt, muß versuchen sich über sich selbst hinauszumuten". Goethe.

Es scheint, daß die Gene für Naturforschung und Poesie nicht weit auseinanderliegen und deshalb gleichen Ausbildungsbedingungen unterliegen. So könnte man sich wenigstens die eigenartige Erscheinung erklären, daß sowohl Adalbert Chamisso, der Entdecker des Generationswechsels bei den Salpen, als auch Goethe sich einen großen Namen in der Geschichte der Naturwissenschaften gemacht haben. Wie dem auch sei, jedenfalls hat sich in Goethe eine großartige und einzig dastehende Verbindung zwischen Naturforscher und Dichter vollzogen. Seiner universellen Veranlagung und seinem stets aufs Ganze gerichteten Blick entsprechend ist er in der Betrachtung der Natur nicht bei Einzelheiten stehen geblieben, sondern verarbeitete seine Anschauungen zu einem großen naturphilosophischen System, das er teils in seinen Schriften niederlegte, teils aber poetisch gestaltete und in seine größten Dichtungen aufnahm.

Wie in den Systemen der großen Philosophen, so stehen sich auch in dem Weltbild von Deutschlands größtem dichterischem Genius zwei Welten gegenüber, die Welt der Ideen, des Geistes und das Reich der Erfahrung, der Natur. Es ist ein beinahe selbstverständlicher Ausfluß von Goethes in allem nach Harmonie und Ausgeglichenheit trachtendem Wesen, daß er die große „Kluft, die zwischen Idee und Erfahrung befestigt scheint", daß er „diesen Hiatus zu überwinden" strebte; aber nun nicht etwa in der Weise, daß die eine Seite der Wirklichkeit auf Kosten der anderen bevorzugt wurde, also durch Einmünden in eine einseitig-idealistische Weltanschauung. Davor bewahrte ihm, der stets darnach strebte, „daß alles anschauende Kenntnis werde" und der von sich bekannte: „Das Auge war vor allen das Organ, womit ich die Welt faßte", davor bewahrte ihn die Gegenständlichkeit seines Denkens. Betrachtete er es doch als eine „bedeutsame Fördernis durch ein einziges geistreiches Wort", als der Psychiater Heinroth seine Weltbetrachtung mit den Worten charakterisierte, „daß sein Denken sich von den Gegenständen nicht sondere, daß die Elemente der Gegenstände, die Anschauungen in dasselbe eingehen und von ihm auf das innigste durchdrungen werden, daß sein Anschauen selbst ein Denken, sein Denken ein Anschauen sei". Vielmehr geht sein ganzes Streben darauf, den beiden Seiten der Wirklichkeit in gleichem Maße gerecht zu werden. Das gelang ihm dadurch, daß er „Beobachtung und Denken gleichsam in einen Akt zusammenschmolz" und seinen Geist mit den Dingen „auf eine rationelle Weise gleichsam amalgamierte". Die Frucht dieser Bemühungen sind die denkanschaulichen „Urphänomene", eine äußerst eigenartige und einzige Schöpfung Goetheschen Geistes. Sie bilden nach seiner Ansicht die Brücke zwischen den beiden Hälften des „großen Doppelreiches" der Wirklichkeit, den Grenzfall zwischen Erfahrung und Idee, indem sich beide berühren; in ihnen spielt die Idee in die Erfahrung herein und umgekehrt die Erfahrung in das Reich des Geistes.

Das „Urphänomen" läßt sich wohl restlos mit dem Begriff des Typus identifizieren gegenüber dem Einzelding, der Erscheinungsform. Es steckt in ihm das uralte Problem des Menschengeistes, die Frage nach dem Verhältnis von Sein und Werden, die Frage nach dem beharrenden Grund der Dinge inmitten der steten Veränderungen. Unter diesem Gesichtspunkt wäre die Fragestellung Goethes dahin zu formulieren: „Wie ist das Sein mit dem Werden zu vereinigen? Wie kann sich etwas beständig wandeln und doch in einem festen Urgrund beharren?" Seiner Anlage zur „anschauenden Kenntnis" entsprechend verzichtet Goethe auf metaphysische Bestimmungen, wie sie Platon und Kant gegeben haben, setzt an Stelle des Seins den Begriff des Typus und erklärt das Werdende, sich Wandelnde als die Erscheinungsform dieses Typus. „Es gibt ein Bleibendes, ein Sein, aber dieses besteht weder in den Platonischen weltfernen Idee, noch in Kants unerkennbarem Ding an sich, sondern es ist die im Spiel des Werdens an der Erscheinung sich offenbarende Gattungsidee oder Urform. Indem das Seiende wird, erscheint es"; die Erscheinungen sind vergänglich, das Seiende ist unvergänglich und ewig.[1]) „Am Sein erhalte dich beglückt! Das Sein ist ewig" sagt Goethe in seinem, in dem Zyklus „Gott und Welt" enthaltenen, aus den letzten Lebensjahren stammenden Gedicht „Vermächtnis". Das ist auch der Sinn der Worte des Chorus mysticus: „Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis", eben ein Gleichnis des Ewigen, Seienden, des Urphänomens, das als Auswirkung der „Gott-Natur" in die religiöse Sphäre hinüberweist.

Auch bei Goethe steht also hinter den Erscheinungen der Dinge ein Beharrendes; aber es ist etwas ganz anderes als Platons Idee. Diesem

[1]) Nach Boucke.

erscheint die Wirklichkeit als durchaus unwirklich. Die uns umgebenden Dinge sind nur „Schatten" der allein realen „Idee", die in starrer Unveränderlichkeit in metaphysischen Tiefen thront. Goethe dagegen erkennt die Wirklichkeit an und legt gerade auf die reale Existenz der Dinge das größte Gewicht, ein Standpunkt, der dem Platons diametral entgegengesetzt ist. Goethes Frage geht dahin: Warum bleibt diese Wirklichkeit ein geordneter Kosmos und warum wird sie nicht bei dem ständigen Werden und Vergehen, das wir schauen, ein Chaos? Warum hält die Natur Maß in der Mannigfaltigkeit und warum ordnen sich die Einzelwesen, anstatt in willkürliche, launenhafte Gestalten auszuarten, in bestimmten, umschriebenen Formenkreisen? Dieses normgebende Prinzip war nach seiner denkanschaulichen Erfahrung das Urphänomen oder modern ausgedrückt, der Typus. Dieses ist der künstlerische Plan der Natur, nachdem sie arbeitet. Die Natur selbst denkt Goethe als schöpferisches Prinzip (vgl. Platon!), das sich in der unendlichen Fülle der empirischen Formen auswirkt und doch jedem einzelnen Wesen eine abgeschlossene Individualität verleiht auf Grund des als Urphänomen bezeichneten Planes. Was sie schöpferisch immerwährend tut, ist ein spielendes Versuchen, diesem Plan möglichst nahe zu kommen, ist ein Spielen um diesen Plan herum. Wir erkennen also mit Boucke in Goethes Urphänomen gleichsam eine biologische Umdeutung der Platonischen Ideenlehre, worin die Erscheinung vollständig gleichberechtigt neben der Idee steht: „Wir leben in einer Zeit, wo wir uns täglich mehr angeregt fühlen, die beiden Welten, denen wir angehören, die obere und die untere, verbunden zu betrachten, das Idelle im Reellen anzuerkennen . . . Nachdem wir uns nun zu dieser Einsicht erhoben haben, so sind wir nicht mehr in dem Falle, bei Behandlung der Naturwissenschaften die Erfahrung der Idee entgegenzusetzen, wir gewöhnen uns vielmehr, die Idee in der Erfahrung aufzusuchen, überzeugt, daß die Natur nach Ideen verfahre" (Goethe).

Die Urphänomene sah Goethe in einer Dreiheit, als Urphänomen des Mineralreiches oder Urgestein, als Urphänomen des Pflanzenreiches oder Urpflanze und als Urphänomen des Tierreiches, als Urtier. Noch während seines Aufenthaltes in Sizilien war er überzeugt von der realen Existenz einer Urpflanze und glaubte sie in der prangenden Fülle der Pflanzenwelt des öffentlichen Gartens von Palermo auffinden zu können. Das war freilich vergebliches Bemühen. Unter dem Einflusse Schillers wurde er dann doch, wenn auch langsam und schwer, zu der Einsicht bekehrt, daß das Allgemeine, von dem aus er das Besondere zu erfassen suchte, daß das Urphänomen, also auch die Urpflanze Idee sei, mithin nicht körperlich existiere, sondern nur als anschauliche Abstraktion aus der Fülle der wirklichen Formen. Die Urpflanze wurde ihm das formbildende Prinzip oder der künstlerische Bauplan der Natur, aus dem sich unter Vermittlung der Gattungstypen die sinnliche Erscheinungsform jeder einzelnen Pflanze durch Metamorphose gesetzmäßig ableiten lasse. Die Metamorphose bildet neben dem Urphänomen den wesentlichsten Bestandteil der Goetheschen Anschauung von der Art, wie das denkanschauliche Urbild in die Erscheinung eingeht oder mit anderen Worten, wie der anschaulich gedachte, geistige Typus im Einzelwesen zur Realisation gelangt.

Diesem großen Gedankengebäude hat der Dichter prägnantesten poetischen Ausdruck gegeben in einem kleinen, zwölfzeiligen Gedicht, Parabase überschrieben, das er gewissermaßen als Einleitung vor eine Reihe von Gedichten gestellt hat, die seinen Inhalt näher ausbauen und von denen die beiden bedeutendsten „Die Metamorphose der Pflanzen" und „Metamorphose der Tiere" sind. Neben diesen Gedichten sind Goethes Alterswerke, Wilhelm Meisters Wanderjahre und vor allem der zweite Teil der Fausttragödie durchwoben von naturphilosophischen Ideen; wenn man das bis in die neuere Zeit herein übersehen hat, so liegt das zum einen Teil wohl daran, daß sie der Dichter stets in ein bezauberndes poetisches Gewand gekleidet hat, zum anderen Teil aber doch an der Unterschätzung dieses Gebietes der Goetheschen Gedankenwelt, wie sie die herrschende realistisch-materialistische Richtung des deutschen Geisteslebens bis in die letzten Jahrzehnte herein zur notwendigen Folge haben mußte. In Wirklichkeit aber bildet seine Naturphilosophie einen ganz wesentlichen Teil des Nährgebietes, aus dem sich des Dichters Weltbild formte und von dem aus es einzig restlos verständlich ist.

In dem Gedicht „Parabase" sind von besonderer Bedeutung die letzten Verse:

> Immer wechselnd, fest sich haltend,
> Nah und fern und fern und nah;
> So gestaltend, umgestaltend —
> Zum Erstaunen bin ich da.

Den ersten beiden Teilen liegt das Begriffspaar Urphänomen—Metamorphose zugrunde. Die lebenden Gestalten sind in einer steten Umwandlung begriffen, „immer wechselnd", aber sich festhaltend am Urphänomen, dem Typus, der als organisierendes geistiges Prinzip, als „innere Form", als unsichtbar wirkende beharrende Kraft verhindert, das sich der schrankenlose Variationstrieb in seinem zentrifugalen Streben ins Formlose verliert:

> „Denn Gesetze Bewahren die lebendigen Schätze,
> Aus welchen sich das All geschmückt."

Den Gedanken der durch das Urphänomen, das „Urbild" geregelten „Umgestaltung" oder Metamorphose drücken auch die Verse aus der „Metamorphose der Pflanzen" aus:

> „Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleichet der andern;

Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz,
Auf ein heiliges Rätsel . . ."

Das „lösende Wort", das Christiane Vulpius, der das Gedicht gewidmet ist, das „heilige Rätsel" deutet, wäre in der wissenschaftlichen Sprache Goethes der Begriff des Urphänomens.

Noch deutlicher spricht sich der Dichter in der „Metamorphose der Tiere" aus:

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
Und die seltenste Form bewahrt im geheimen das Urbild",

das „Urbild", das alles, „was in schwankender Erscheinung schwebt", mit „dauernden Gedanken befestigt", d. h. zur überindividuellen Wirklichkeit erhebt.

Im gleichen Gedichte hören wir von „geordneter Bildung, die zum Wechsel sich neigt" und in den „Urworten" ist von „geprägter Form, die lebend sich entwickelt" die Rede; die Natur gibt der „geprägten Form", dem Urphänomen, in steter Entwicklung und Umwandlung sinnliche Gestalt, nicht etwa in sprunghaften Veränderungen. „Natura non facit saltus" war eine Grundüberzeugung Goethes, für die er sein Bestes einsetzte, ob sie hier im Zusammenhang mit der organischen Metamorphose erscheint oder in verschärfter Form als geologisches Problem im Kampf zwischen Vulkanismus und Neptunismus. In den wundervollen Worten des Thales in Faust II hat er sie poetisch eingekleidet:

Nie war Natur und ihr lebendiges Fließen
Auf Tag und Nacht und Stunden angewiesen.
Sie bildet regelnd jegliche Gestalt,
Und selbst im Großen ist es nicht Gewalt.

Und an einer Stelle seiner Prosaschriften bekennt er: „Nach meinem Anschauen baute sich die Erde aus sich selbst heraus".

Jedenfalls stellt sich Goethe das Leben als einen ewigen Werdeprozeß vor, in dem es ein Stillstehen, ein „Erstarren" nicht gibt, ganz im Gegensatz zu Platon. Das drückt Faust aus, wenn er sagt: „Doch im Erstarren such' ich nicht mein Heil". Und noch schöner, lebendiger die Schlußstrophen des in „Gott und Welt" enthaltenen Gedichtes „Eins und alles":

Und umzuschaffen das Geschaffne,
Damit sich's nicht zum Starren waffne,
Wirkt ewiges, lebendiges Thun.
Und was nicht war, nun will es werden
Zu reinen Sonnen, farbigen Erden;
In keinem Falle darf es ruhn.

Es soll sich regen, schaffend handeln,
Erst sich gestalten, dann verwandeln;
Nur scheinbar steht's Momente still.
Das Ewige regt sich fort in allen;
Denn alles muß in Nichts zerfallen,
Wenn es im Sein beharren will.

In dem „Ewigen", dem „Sein" haben wir wieder das Urphänomen, das Sein im Gegensatz zum Werden (vgl. das einleitend Gesagte!).

Der immerwährende Wechsel in der organischen Formenwelt erscheint Goethe unter dem Bilde eines Spieles: „Man denke sich die Natur, wie sie gleichsam vor einem Spieltische steht und unaufhaltsam au double! ruft, d. h. mit dem bereits gewonnenen durch alle Reiche ihres Wirkens glücklich, ja bis ins Unendliche wieder spielt. Stein, Tier und Pflanze, alles wird nach einigen solchen Glückswürfen beständig von neuem wieder aufgesetzt, und wer weiß, ob nicht auch der ganze Mensch wieder nur ein Wurf nach einem höheren Ziele ist?" Wieder einmal redet er von „der Form, mit der die Natur gleichsam nur immer spielend das mannigfaltige Leben hervorbringt". Stein, Tier und Pflanze sind also in Goethes Auge Spielzeug der Natur.

Hier eröffnet sich die Frage, ob Goethe ein Überschreiten der „heiligen Kreise lebendiger Bildung", womit das Urphänomen gemeint ist, für möglich gehalten hat. In der „Metamorphose der Tiere" heißt es zwar vom Urphänomen:

Diese Grenzen erweitert kein Gott, es ehrt die Natur sie;
Denn nur also beschränkt, war je das Vollkommene möglich.

Doch scheint der Dichter sich nicht auf diese Ansicht festgelegt zu haben nach einer sehr klaren Stelle in der Geschichte der Farbenlehre: „Im organischen Leben wird selbst das Unnütze, ja das Schädliche selbst, in den notwendigen Kreis des Daseins aufgenommen, um ins Ganze zu wirken und als wesentliches Bindemittel disparater Einzelheiten".

Goethes Ansicht berührt sich hier direkt mit der Auffassung Goebels, des bahnbrechenden Forschers auf dem Gebiete der modernen Pflanzenmorphologie. Es ist letzten Endes die Frage nach der Berechtigung der teleologischen Naturauffassung, die hinter diesen Zeilen steckt, kurz ausgedrückt: Geht die Natur beim Hervorbringen von Formen auf Zwecke aus oder wirkt sie sich ungebunden in Formen und Gestaltungen aus, ohne Rücksicht auf „Ziel und Zweck"? Goebel ist letzterer Ansicht und baut so weiter: die Ergebnisse dieses „Gestaltungstriebes" oder „Formenspieles" können verschiedener Art sein; zunächst wird ein großer Teil der resultierenden Gestaltungen einer besonderen Bedeutung entbehren, gleichgültig sein; ein anderer Teil wird sich als vorteilhaft erweisen und endlich werden sich auch unvorteilhafte, ja schädliche Verhältnisse entwickeln. Träger der letzteren werden als lebensuntüchtig aussterben, Träger gleichgültiger Gestaltungsverhältnisse dagegen ruhig fortbestehen neben den Trägern von vorteilhaften Strukturen. Die Natur geht also nicht direkt darauf aus, vorteilhafte Gestaltungsverhältnisse zu schaffen, sondern sie „nimmt das Gute, wo sie es findet" (Goebel), sie „nützt" unter den vielen Möglichkeiten die vorteilhaften „aus". Auch Goethe drückt die Idee der „Ausnutzung" aus, wenn er sagt, daß, was nebeneinander stehe, wohl für einander, aber nicht absichtlich wegen einander da sei. Darin ist der Zweckgedanke verbannt. Eckermann gegenüber ist er noch viel deutlicher: „Die Frage nach dem Zweck, die Frage Warum? ist durchaus nicht wissenschaftlich

Etwas weiter aber kommt man mit der Frage Wie? Denn wenn ich frage: Wie hat der Ochse Hörner?, so führt mich das auf die Betrachtung seiner Organisation und belehrt mich zugleich, warum der Löwe keine Hörner hat und haben kann. So hat der Mensch in seinem Schädel zwei unausgefüllte, hohle Stellen. Die Frage Warum? würde hier nicht weit reichen, wogegen die Frage Wie? mich belehrt, daß diese Höhlen Reste des tierischen Schädels sind, die sich bei solchen geringeren Organisationen in stärkerem Maße befinden und die sich beim Menschen trotz seiner Höhe noch nicht ganz verloren haben." Oder an anderer Stelle: „Und wie der Mensch im allgemeinen denkt, so denkt er auch im besonderen, und er unterläßt nicht, seine gewohnte Ansicht aus dem Leben auch in die Wissenschaft zu tragen und auch bei den einzelnen Teilen eines organischen Wesens nach dem Zweck und Nutzen zu fragen. Dies mag auch eine Weile gehen, und er mag auch in die Wissenschaft eine Weile damit durchkommen; allein gar bald wird er auf Erscheinungen stoßen, wo er mit einer so kleinen Ansicht nicht ausreicht und wo er ohne höheren Halt sich in lauter Widersprüchen verwickelt. Solche Nützlichkeitslehrer sagen wohl: der Ochse habe Hörner um sich damit zu wehren. Nun frage ich aber: Warum hat das Schaf keine? und wenn es solche hat, warum sind sie ihm um die Ohren gewickelt, so daß sie ihm zu nichts dienen? Etwas anderes aber ist es, wenn ich sage: der Ochse wehrt sich mit seinen Hörnern, weil er sie hat."

Endlich sei eine Stelle aus einem Brief an Zeller angeführt, die Goebel in seiner Organographie zitiert: „Es ist ein grenzenloses Verdienst des alten Kant um die Welt, und ich darf sagen um mich, daß er, in seiner Kritik der Urteilskraft, Kunst und Natur nebeneinander stellte und beiden das Recht zugesteht, zwecklos zu handeln. Natur und Kunst sind zu groß, um auf Zwecke auszugehen, und haben's auch nicht nötig, denn Bezüge gibt's überall und Bezüge sind das Leben."

Es ist nur konsequent im Sinne Goethes, wenn Goebel zu dem Ergebnis kommt, „daß die Natur in ihren Gestaltungen sozusagen künstlerisch verfährt, d. h. frei und ungebunden, namentlich ohne Rücksicht auf den Nutzen Gestaltungen hervorbringt, teils nützliche, teils gleichgültige, teils unvorteilhafte". Das war auch der Standpunkt Darwins, ein wesentlicher Zug seiner Naturauffassung, der freilich von seinen Nachfolgern übergangen worden ist.

Kehren wir zu unserem Gedicht „Parabase" zurück, so gibt der Dichter in der zweiten und dritten der oben daraus zitierten Verszeilen eine nähere Bestimmung des ständigen Wechsels oder der Metamorphose:

„Nah und fern und fern und nah."

Das Spiel der Formen liefert die mannigfaltigsten Gestalten, die sich bald dem Urbild nähern, bald sich aber auch weit von ihm entfernen, eben ein ständiges Neigen zum Wechsel unter der Leitung des Urphänomens, des „Ewig-Einen, das sich vielfach offenbart", wie es im gleichen Gedichte etwas weiter oben heißt.

Die Metamorphose äußert sich nun in zwiefacher Weise, einmal dadurch, daß sie die im Urphänomen festgelegte „innere Form" gestaltet als auch die so erzeugten Formen umgestaltet:

„Erst sich gestalten, dann verwandeln" (Eins und alles),
„So gestaltend, umgestaltend" (Parabase).

Diesen Vorstellungen begegnen wir wieder, wie W. Hertz, dem wir hier folgen, in seinen leider bisher wenig beachteten Studien überzeugend dargetan hat, im zweiten Teile des Faust in der Mutterszene und der Gestalt des Proteus.

Die Mütter sind nicht, wie man bisher stets annahm, der dichterische Ausdruck für die Ideen Platons, sondern die Goetheschen Urphänomene. Von ihnen heißt es:

Die einen sitzen, andere stehn und gehn,
Wie's eben kommt. Gestaltung, Umgestaltung,
Des ewigen Sinnes ewige Unterhaltung,
Umschwebt von Bildern aller Kreatur.

Anschaulich wird unserer Phantasie hier der Sitz des Urgesteins, die Gebundenheit der an die Scholle gefesselten Pflanzenwelt und die Beweglichkeit des Tieres vorgeführt. „Diesen drei Naturreichen gehören nun in drei voneinander nach ihrer Haltung unterscheidbaren Verbänden die den Urphänomenen untergeordneten Gattungstypen an, der Gesamtzahl neben Urtier, Urpflanze und Urgestein die gesellige Vielheit die Mutter ausmacht." „Gestaltung, Umgestaltung", in der Parabase „so gestaltend, umgestaltend", belehren uns darüber, wie aus einem Typus, bzw. aus einem Urphänomen ein tausendfältiges Reich von Lebewesen hergeleitet werden kann. Es ist mit diesen Worten eine Eigenschaft der Mütter bezeichnet, ihre Erscheinung und ihr Auftreten. Die Mütter aber sind nur das Spielzeug der Natur, die hinter ihnen steht als die „schaffende Gewalt", der „ewige Sinn". Nur die ewige Unterhaltung jenes ewige Sinnes sind sie, der durch sie im Spiele des Werdens dem Einzelwesen lebendige Form verleiht, sie sind die Mittlerinnen zwischen Idee und Wirklichkeit, eben die Urphänomene.

Interessant in Beziehung auf das Gedicht Parabase ist auch die Gestalt des Proteus, den Goethe mit mancherlei Zügen ausgestattet hat, die er sonst der Natur beilegt, und von dem er selbst sagt, er „könne für ein Symbol der Natur gelten". Wenn er bei den Worten „Hier! und Hier!" die Anweisung bekommt „bald nah, bald fern", so ist das ein wörtlicher Anklang an die Zeile unseres Gedichtes: „Nah und fern und fern und nah". Und wenn seine hervorstechendste Eigenschaft die ist, sich beständig zu verwandeln, dabei aber doch derselbe zu bleiben, so ist das eine Umgestaltung, ein ständiges Wechseln im Festhalten. Wenn Proteus so das Schaffen der Natur verkörpert, so ist er auch befähigt, der nach

Verkörperlichung trachtenden Homunkulusmonade zum „Entstehen" und stufenweisen Aufsteigen in der Leiter der Organismen weisen Rat zu erteilen.

Um endlich den Sinn der letzten Zeile des Gedichtes klarzulegen, seien einige Aussprüche Goethes selbst angeführt und zunächst bemerkt, daß die Erkenntnis des Urphänomens für Goethe überhaupt die Grenze menschlicher Erkenntnis bedeutete. „Wir sind schon weit genug gegen die Natur vorgedrungen, wenn wir zu den Urphänomenen gelangen, welche wir in ihrer unerforschlichen Herrlichkeit von Angesicht zu Angesicht erschauen, und uns sodann wieder rückwärts in die Welt der Erscheinungen wenden, wo das in seiner Einfalt Unbegreifliche sich in tausend und abertausend mannigfaltigen Erscheinungen bei aller Veränderlichkeit unverändert offenbart." Und zu Eckermann: „Das Höchste, wozu der Mensch gelangen kann, ist das Erstaunen, und wenn ihn das Urphänomen in Erstaunen setzt, so sei er zufrieden." Entsprechend heißt es im Faust von dem die Natur verkörpernden Proteus, er sage zuletzt doch nur, „was staunen macht und in Verwirrung setzt". Weiter sagt Goethe: „Vor den Urphänomenen, wenn sie unseren Sinnen enthüllt erscheinen, fühlen wir eine Art Scheu, bis zur Angst". Darum erschauerte Faust, als Mephisto den Namen der Mutter nannte:

„Das Schaudern ist der Menschheit bestes Teil."

Über die Kenntnis des Urphänomens hinauszudringen, wäre ein vergebliches Bemühen, hier beginnt für Goethe das Reich des Unerforschlichen, das man nur schweigend verehren kann:

„Zum Erstaunen bin ich da."

Die Ablenkung des Fixsternlichtes im Schwerefeld der Sonne.

[Nachdruck verboten.] Von **Sigismund v. Kobbe**, Coblenz.

In der Newtonschen Mechanik ist die Bahn eines Massenpunktes im Anziehungsgebiet der Sonne ausgedrückt durch die Kegelschnittsgleichung:

$b \cdot r\,(1 + \varepsilon \cos \psi) = v^2$; I. Keplersches Gesetz. (1)

ψ, r = Polarkoordinaten } des Kegelschnitts.
ε = Exzentrizität } Nullpunkt: Sonnenmitte
v = Geschwindigkeit } im Scheitel (Perihel).
b = Beschleunigung }

Streicht ein Fixstern Lichtstrahl, der demselben Gesetz gehorcht, dicht am Sonnenrande vorbei, so ergibt sich für den Scheitel:

$r = r_0 = 695\,400$ km = Halbmesser der Sonne
$\psi = 0$; cos ψ = 1
$v = c = 300\,000$ km/sec = Lichtgeschwindigkeit
$b = b_0 = 0{,}274$ km/sec^2 = Beschleunigung an der Sonnenoberfläche.

Zur Berechnung von ε haben wir:

$$1 + \varepsilon = \frac{c^2}{b_0 r_0};$$

danach wird der Kegelschnitt (1) eine flache Hyperbel, deren

Berechnung.[1]

c^2 ...	0,954
$1 : b_0$ ...	0,562
$1 : r_0$ ...	4,158
$1 + \varepsilon$ ...	5,674
ε	— 472000

Asymptotenwinkel $= \pi - 2A_0$; wenn: $\sin A_0 = 1 : \varepsilon$.
Hier ist $2A_0$ die gesuchte Ablenkung von der Geraden. Weil A_0 sehr klein, so erhält man in Bogensekunden:

$$A_0 = \frac{\varrho}{\varepsilon} = \frac{\varrho\, b_0 r_0}{c^2}; \quad \varrho = \text{arcrad in Sek.}$$

ϱ ...	5,314
$1 : \varepsilon$ ...	4,326
A_0 ...	9,640

Die Berechnung ergibt:

$A_0 = 0{,}437''$
also: Ablenkung:
$2A_0 = 0{,}87''$ (2)
dicht am Sonnenrande.

[1]) Das Zeichen ... deutet den Logarithmus an.

Ist r der Scheitelabstand der Hyperbel von der Sonnenmitte, so wird:

$$A = \frac{\varrho\, b\, r}{c^2}; \quad b = \frac{b_0 r_0^2}{r^2}; \quad \text{also: } A = \frac{\varrho\, b_0 r_0^2}{c^2 r} = A_0 \cdot \frac{r_0}{r}.$$

Drücken wir r_0 und r in Bogenminuten aus: $r_0 = 16'$; so kommt:

Im Abstand r von der Sonnenmitte ist die Ablenkung:

$$2A = \frac{13 \cdot 9}{r} \text{ Sek.} \quad r \text{ in Min.} \qquad (3)$$

Nach der Relativitätstheorie entsteht — vom „ruhenden" System S aus beurteilt — im „bewegten" System S' eine Punktverschiebung, die sich als Verkürzung in der Richtung der Bewegung äußert (Lorentz-Kontraktion!). Die Wirkung dieser Punktverschiebung auf die gekrümmte Bahn eines Massenpunktes — oder Lichtstrahls — stellt sich als Drehung jedes Bahnelements um den Krümmungsmittelpunkt dar. Nun gilt die spezielle Relativitätstheorie unmittelbar nur für geradlinig, gleichförmig zueinander bewegte Bezugssysteme; wir dürfen aber unsere Koordinaten derart wählen, daß die zwar krummlinige Bewegung jeden Augenblick in die x-Richtung fällt, und daß in der y-Richtung die Normalbeschleunigung herrscht. — Wir betrachten die Zentralkreisbewegung eines Massenpunktes. Eine nach dem Mittelpunkt M weisende Nullrichtung OM bilde das „ruhende" System S; der Massenpunkt das „bewegte" System S'. — Trotz der „konstanten" Geschwindigkeit v muß nicht allein die Normalbeschleunigung, sondern auch die Tangentialbeschleunigung berücksichtigt werden wegen der Längen- und Zeitunterschiede in S und S'. — Für ein Bahnelement gelten die Lorentz-Transformationen:

$\alpha^2 = 1 - \frac{v^2}{c^2}$; $\alpha\, dt' = dt - \frac{v dx}{c^2}$; $\alpha\, dx' = dx - v dt$;

$$dy' = dy. \qquad (4)$$

1. Die Normalbeschleunigung $bn = v^2 : a$. Hierfür gilt: $dx' = o$; also nach (4) 3. Gleichung: $dx = v\, dt$; daraus und aus den beiden ersten Gleichungen (4) folgt: $dt' = \alpha\, dt$. (5)

Gesetzt werde: $u = \frac{dy}{dt}$; $u' = \frac{dy'}{dt'}$; also nach (4) 4. Gl.: $u\, dt = u'\, dt'$; und nach (5): $u = \alpha u'$.

Nun ist: $bn = \frac{du}{dt}$; $bn' = \frac{du'}{dt'}$; also: $bn = \alpha \frac{du'}{dt}$

$= \alpha^2 \frac{du'}{dt'}$; oder: $bn = bn' \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$. (6)

Zur Berechnung der Verschiebung in der x-Richtung drücken wir (6) durch den Bogen ϑa aus, dessen Verschiebung berechnet werden soll; wo: a der Halbmesser, ϑ ein beliebiger Winkel ist. Nach (6) wird: $\frac{v^2}{a} = \frac{v^2}{a'}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$. Vom „ruhenden" System S aus beurteilt, erscheint der Krümmungshalbmesser a der Bahn eines Massenpunktes S' verlängert. Wir multiplizieren mit $\frac{\vartheta a\, a'}{v^2}$; das gibt: $\vartheta a' = \vartheta a \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$.

Infolge der Normalbeschleunigung erhalten wir die Verschiebung:

$$h_1 = \vartheta a - \vartheta a' = \vartheta a \cdot \frac{v^2}{c^2}. \qquad (7)$$

2. Die Tangentialbeschleunigung $b = v : t$.

Nach (4) 3. Gl. und (5) ist:

$$\alpha \frac{dx'}{dt} = \frac{dx}{dt} - v = \alpha^2 \frac{dx'}{dt'}.$$

Hier ist zu setzen:

$\frac{dx}{dt} - v = dv$; $\frac{dx'}{dt'} = dv'$; also: $dv = \alpha^2 dv'$.

Nun ist:

$b = \frac{dv}{dt}$; $b' = \frac{dv'}{dt'}$; also: $b = \alpha^2 \frac{dv'}{dt} = \alpha^3 \frac{dv'}{dt'}$;

$$\text{oder: } b = b' \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}. \qquad (8)$$

Zur Berechnung der Verschiebung in der x-Richtung drücken wir (8) durch den Bogen:

$vt = \vartheta a$ aus:

$\frac{v}{t} = \frac{v}{t'}\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}$; multipliziert mit tt':

$vt' = vt \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}$; oder: $\vartheta a' = \vartheta a \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}$.

Infolge der Tangentialbeschleunigung erhalten wir die Verschiebung:

$$h_2 = \vartheta a - \vartheta a' = \vartheta a \left| 1 - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \right|. \qquad (9)$$

Aus (7) und (9) ergibt sich: $h_1 + h_2 = h$ als Gesamtverschiebung:

$$h = \vartheta a \left| 1 + \frac{v^2}{c^2} - \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2} \right|. \qquad (10)$$

Diese Hauptformel leitet unmittelbar über von einem nach der Newtonschen Mechanik berechneten Bogen ϑa zur Abweichung h, die ein Massenpunkt beim Durchlaufen des Bogens ϑa nach der Relativitätstheorie erfährt.

Zur Berechnung der Ablenkung des Fixsternlichtes im Schwerefeld der Sonne setzen wir in (10):

$v = c$; dann wird: $h = 2\vartheta a$. (11)

Ist nun — vgl. (2) und (3) — die nach Newton berechnete Ablenkung ausgedrückt durch den Winkel: $\vartheta = 2A$; so ergibt (11) die Winkelverschiebung: $2\vartheta = 4A$; danach ist im Sinne der Relativitätstheorie die Ablenkung dicht am Sonnenrande:

$$4A_0 = 1{,}74'' \qquad (12)$$

und die Ablenkung im Abstand r von der Sonnenmitte: $4A = \frac{27 \cdot 8}{r}$ Bogensekunden; r in Bogenminuten.[1]) (13)

Zusatz. Näherungsweise Berechnung der Perihelbewegung der Planetenbahnen.

Sonne und Fixsterne bilden das „ruhende" System S; der Planet das „bewegte" System S'. Zur Zeit $t' = t = o$ gehe S' durch das Perihel P. Nach einem Umlauf $t = T$ wird in (10): $\vartheta = 2\pi$.[2])

Unter Vernachlässigung der 4. Potenzen von $\frac{v}{c}$ folgt: $\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2} = 1 - \frac{3v^2}{2c^2}$; also:

$h = 2\pi a \left(\frac{v^2}{c^2} + \frac{3v^2}{2c^2}\right)$; oder: $h = 5\pi a \cdot \frac{v^2}{c^2}$;

$2a$ = große Achse. (14)

Für den Mittelwert: $v = 2\pi a : T$ ergibt sich: die lineare Perihelverschiebung:

$$h = \frac{20\pi^3 a^3}{c^2 T^2}. \qquad (15)$$

Dieser Wert ist gleich für alle Planetenbahnen eines Sonnensystems, wegen: $a^3 : T^2 = \text{const.}$ — Zur Zeit T hat also der Planet die Stellung unter den Fixsternen, die er zur Zeit $t = o$ innehatte, wieder erreicht, aber noch nicht das Perihel P. Dieses ist linear um

$$\frac{20\pi^3 a^3}{c^2 T^2} = 23{,}1 \text{ km}$$

vorgerückt. Drücken wir die Perihelbewegung pe in Winkelmaß aus, d. h. im Verhältnis des Bogens zum Krümmungshalbmesser $a(1 - \varepsilon^2)$ im Perihel, so kommt:

$$pe = \frac{20\pi^3 a^2}{c^2 T^2 (1 - \varepsilon^2)}; \quad \varepsilon = \text{Exzentrizität}. \qquad (16)^3)$$

[1]) Die Allgemeine Relativitätstheorie liefert gleiche Werte.

[2]) Hier ist ohne weiteres die Kreisformel (10) zur Berechnung der Perihelbewegung benutzt, obwohl der Kreis ein Perihel gar nicht aufweist. Meiner Überzeugung nach ist aber im Sinne der Relativitätstheorie die Punktverschiebung am Kreise völlig gleichbedeutend mit der Perihelverschiebung, die allerdings nur bei der Ellipse greifbare Gestalt annimmt.

[3]) Die Allgemeine Relativitätstheorie ergibt:

$$1'' = \frac{24\pi^3 a^2}{c^2 T^2 (1 - \varepsilon^2)}.$$

Verstehen wir aber unter Perihelbewegung p die Drehung der großen Achse (2a) der Bahnellipse, so dividieren wir (14) durch a; und erhalten für je einen Umlauf:

$$p = 5\pi \cdot \frac{v^2}{c^2}; \quad v = \frac{2\pi a}{T}. \qquad (17)$$

Soll p in Bogensekunden berechnet werden, so ergibt sich:

$$p'' = \frac{5\pi\varrho}{c^2} v^2; \quad \varrho = \text{arcrad in Sekunden und} \qquad (18)$$

in 100 Jahren = H-Sekunden:

$$p_1 = H \cdot \frac{5\pi\varrho}{c^2} \cdot \frac{v^2}{T}; \quad v = \frac{2\pi a}{T}. \qquad (19)$$

Formel (19) liefert folgende Werte für:
Merkur: 34,2"; Venus: 7,2"; Erde: 3,2"; Mars: 1,1".

Bücherbesprechungen.

Corning, H. K., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. XI u. 659 S. mit 672 Fig. im Text (davon 105 farbig). Wiesbaden 1921, Verlag von J. F. Bergmann. — Leinwdbd. 165 M.

Wie in seinem bekannten Lehrbuch der topographischen Anatomie bekundet der Verf. auch in dem vorliegenden Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen eine ungewöhnliche Meisterschaft, verwickelte Verhältnisse so klar vorzutragen, daß eigentliche Schwierigkeiten für den Studierenden kaum mehr zu überwinden bleiben. Überlegene Beherrschung des Stoffes gestattet es ihm, das Wesentliche hervorzuheben, eine vorzügliche Illustration unterstützt den Text (sämtliche Figuren sind von Kunstmaler Dreßler in Strichmanier ausgeführt), vor allem aber wird der didaktische Erfolg durch eine höchst originelle Gruppierung des Stoffes erzielt. Die vergleichende Entwicklungsgeschichte, die in anderen Werken oft zu sehr die Behandlung des Hauptthemas überwuchert, ist hier rein Mittel zum Zweck, dient lediglich dazu, das Verständnis für schwieriger zu erfassende Vorgänge an Hand von einfacheren Beispielen vorzubereiten. Einen Hauptvorzug des Werkes stellt aber, wie schon gesagt, die originelle Gruppierung des Stoffes dar. Einleitend wird (mit anerkennenswert kritischer Zurückhaltung) das Verhältnis von Embryologie und Phylogenie besprochen. Darauf folgen eingehende Darstellungen der Vermehrung der tierischen Organismen, der Befruchtungsvorgänge und der Entwicklungsvorgänge im allgemeinen (Kernteilung, Furchung bei den einzelnen Vertebratenordnungen), der Gastrulation und Keimblätterbildung und freien Differenzierungsvorgänge an den Keimblättern. Von ganz besonderer Klarheit und plastischer Lebendigkeit ist die Schilderung der Abschnürung des Embryos, der Bildung der äußeren Körperform, der Eihüllen und der Verbindung zwischen Ei und Uterus. Die trefflichen, farbig angelegten Figuren erleichtern sehr das Verständnis der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Organsysteme, der gut zwei Drittel des ganzen Buches gewidmet sind. Im Anhang werden die größtenteils erst durch neuere Untersuchungen geklärten Probleme der Lokalisation der organbildenden Substanzen, der Abschnürung des Embryos vom Dotter und der Teilungsvorgänge im Organismus (eineiige Zwillinge und Drillinge, Doppelmonstra) behandelt.

Den einzelnen Abschnitten beigefügte Literaturübersichten ebnen dem Leser den Weg zur Spezialliteratur und zu weiter eindringendem Studium.

Das vom Verlage glänzend ausgestattete Werk verdient angesichts seines im Verhältnis zum Gebotenen niedrigen Preises weiteste Verbreitung und sollte in den Händen jedes Biologen sein, der Entwicklungsgeschichte zu lehren hat oder sich lernend und forschend mit ihr beschäftigen will. M. Wolff (Eberswalde).

Vanino, Prof. Dr. Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie. I. Band: Anorganischer Teil. Stuttgart 1921, Ferdinand Enke.

Die vorliegende zweite Auflage des bekannten und beliebten „Hilfsbuches für die Arbeiten im chemischen Laboratorium" ist dem Fortschritt des in Frage kommenden Teiles der Chemie verständnisvoll angepaßt worden. Für den Benutzer ist zu beachten, daß es sich nicht um ein Lehrbuch, sondern um ein Arbeitsbuch handelt, das für die Darstellung aller wichtigen anorganischen Stoffe unmittelbare Vorschriften geben will, wobei die Vertrautheit mit den üblichen Methoden und Apparaten vorausgesetzt ist. Es fehlen verständigerweise die von der Industrie in größter Menge und Reinheit gelieferten Stoffe ebenso wie Sonderheiten von der Art des Holmiums. Soweit der Berichterstatter aus eigener Erfahrung mit der ersten Auflage urteilen darf, sind die Angaben in allem wesentlichen durchaus zuverlässig und gestatten sofortige Präparation, ohne daß das Studium der Literatur besonders nötig wird. Zahlreiche Tabellen und analytische Fingerzeige erhöhen die Brauchbarkeit des Buches, das in einem Anhang noch eine Reihe sehr wertvoller „Hilfspräparate und Ratschläge" für die Praxis im Laboratorium enthält. (Man findet da Anstriche, Kältemischungen, Klebmittel und dergleichen Nützliches.) Das Buch ist für jedes einigermaßen beachtliche Laboratorium unentbehrlich.

Trotz der neuen Durchsicht ist das Werk nicht frei von Druckfehlern. So ist z. B. die Formel des Kaliumchlorochromats S. 380 falsch, in der Tabelle S. 306 muß es heißen 1 cbm statt cm. Auch sonst sind mir noch einige Errata im Ge-

dächtnis. Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich. H. H.

Bauer, Erwin, Die Grundprinzipien der rein naturwissenschaftlichen Biologie und ihre Anwendungen in der Physiologie und Pathologie. Heft 26 der Vorträge und Aufsätze über die Entwicklungsmechanik der Organismen, herausgeg. von W. Roux. Berlin 1921, J. Springer. 28 M.

Jede Naturwissenschaft muß zunächst ihre eigenen Begriffe bilden; erst nachdem sie ein gewisses Alter erreicht hat, besteht die Möglichkeit, Begriffe anderer Naturwissenschaften in Anwendung zu bringen und so ein einheitliches System zu schaffen. Die Biologie ist eine noch sehr junge Wissenschaft: auch sie muß ihre eigenen Begriffe und Grundprinzipien bilden. Eine Betrachtung der vitalistischen und mechanistischen Auffassungen führt notwendig zu dieser Forderung.

Verf. grenzt die Biologie ab durch eine Definition des Begriffes Lebewesen. Alle Lebenserscheinungen sind auf drei Grundprinzipien zurückführbar. Sie werden im folgenden gezeigt an Tod, Wachstum, Vermehrung, Fortpflanzung. Durch diese Anwendung lassen sich vier Gesetze formulieren, welche die Brauchbarkeit der Grundprinzipien bestätigen. In einem weiteren Kapitel werden Reizbarkeit und Anpassung, ferner Organisationsgrad, Zuchtwahl und physiologische Einheit unter den angeführten Gesichtspunkten betrachtet. Auch Zelldifferenzierung, Regeneration, innere Sekretion usw. finden durch die Grundprinzipien ihre Erklärung. Ebenso wie in der Physiologie sind sie auch in der Pathologie anwendbar: beide Disziplinen suchen ja die Ursachen für die regulatorischen Vorgänge im Lebewesen zu ergründen. Atrophie, Entzündung, Geschwulst lassen sich so biologisch erklären.

Die Schrift enthält manche wertvolle Gedanken, die Biologie selbst wird jedoch von derartigen rein theoretischen Abhandlungen wenig Nutzen haben. Das Verständnis ist durch den Stil beträchtlich erschwert. Otto Kuhn.

Planck, Max, Physikalische Rundblicke. Gesammelte Reden und Aufsätze. 168 S. Leipzig 1922, S. Hirzel. Geh. 26 M.

Es liegt hier eine sehr willkommene chronologisch geordnete Sammlung von 8 Reden und Aufsätzen Max Plancks aus den Jahren 1908 bis 1920 vor, die bisher an verschiedenen Stellen einzeln zur Veröffentlichung gekommen sind und sich erst jetzt in ihrer Zusammenfassung zu einem Gesamtbild unserer physikalischen Naturauffassung ergänzen können. Die behandelten Probleme sind die folgenden: 1. Die Einheit des physikalischen Weltbildes, 2. Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung, 3. Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis, 4. Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit, 5. Das Prinzip der kleinsten Wirkung, 6. Verhältnis der Theorien zueinander, 7. Das Wesen des Lichts, 8. Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie.

Es handelt sich also in allen Fällen um allgemeinere Fragen von grundlegender Bedeutung für unsere gesamte Erkenntnis des physikalischen Weltgeschehens, an denen kein Gebildeter achtlos vorübergehen kann. Hervorzuheben ist die große Sorgfalt und Tiefe ihrer Behandlung und die außerordentlich klare, anschauliche und höchst anregende Sprache. Dem Kenner sowohl als jedem naturwissenschaftlich Vorgebildeten bietet es zweifellos hohen Genuß, mit dem Verf. auf der Grundlage der großen Mannigfaltigkeit unserer physikalischen Einzelkenntnisse, zu denen die experimentelle und theoretische Bearbeitung der Einzelgebiete geführt hat, fortzuschreiten zu allgemeineren, beherrschenden Gesichtspunkten und diese zu einem physikalischen Weltbild zu vereinen. A. Becker.

Collier, Dr. W. A., Einführung in die Variationsstatistik. Mit 8 Abbildungen. Berlin 1921, J. Springer. 32 M.

Die zweckmäßige, kurze Zusammenstellung der wichtigsten variationsstatistischen Methoden ist für solche Mediziner und Biologen bestimmt, die ohne Vererbungsforscher zu sein, gelegentlich biologische Probleme mit statistischen Methoden angreifen müssen. So hat der Verf. eine Anzahl von Beispielen aus dem Gebiete der Immunitätslehre herangezogen. Miehe.

Jäger, G., Theoretische Physik IV. Elektromagnetische Lichttheorie und Elektronik. Nr. 374 der „Sammlung Göschen". Dritte, verbesserte Auflage. 146 S. mit 17 Fig. im Text. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.

Gegenüber der zweiten Auflage zeigt der vorliegende Neudruck keine erheblichen Änderungen. Wir können uns daher darauf beschränken, diese in weiten Kreisen geschätzte, bei aller Kürze außerordentlich sorgfältige theoretische Darstellung der wichtigsten Fragen des behandelten Gebiets erneut warm zu empfehlen. A. Becker.

Inhalt: Wilh. Troll, Goethes Naturanschauung in seinen Gedichten. S. 313. S. v. Kobbe, Die Ablenkung des Fixsternlichtes im Schwerefeld der Sonne. S. 317. — **Bücherbesprechungen:** L. Vanino, Handbuch der präparativen Chemie. S. 319. H. K. Corning, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. S. 319. E. Bauer, Die Grundprinzipien der rein naturwissenschaftlichen Biologie und ihre Anwendungen in der Physiologie und Pathologie. S. 320. M. Planck, Physikalische Rundblicke. Gesammelte Reden und Aufsätze. S. 320. W. A. Collier, Einführung in die Variationsstatistik. S. 320. G. Jäger, Theoretische Physik IV. Elektromagnetische Lichttheorie und Elektronik. S. 320.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 11. Juni 1922. | Nummer 24.

Zum fünfzigjährigen Bestehen der Sächsischen Geologischen Landesuntersuchung.

[Nachdruck verboten.]

Von Prof. Dr. E. Kreukel, Leipzig.

Am 6. April blickte die Sächsische Geologische Landesuntersuchung auf eine fünfzigjährige Tätigkeit zurück. Sie empfing an diesem Tage eine Fülle von Ehrungen und Glückwünschen seitens der Fachwissenschaft. In vollstem Maße hat sie erfüllt, was ihrem ersten Leiter, Hermann Credner, als Aufgabe bei der Begründung dieser, weit über Deutschlands Grenzen durch ihre hervorragenden Leistungen berühmten Stätte wissenschaftlicher und praktischer Geologie vorgezeichnet wurde: „die möglichst genaue Erforschung des geologischen Baues, des Mineralreichtums und der Bodenverhältnisse des Königreiches, die Nutzbarmachung der gewonnenen Resultate für Land- und Forstwirtschaft, für Bergbau und Verkehr sowie die übrigen Zweige technischer Betriebsamkeit".

Eine stattliche Zahl von Geologen mit bekannten Namen haben an den umfänglichen Arbeiten der Landesuntersuchung in diesen 50 Jahren mitgewirkt, von denen hier, ohne Vollständigkeit anzustreben, genannt seien: R. Beck, D. Brauns, E. Dathe, C. Gaebert, A. Jentzsch, E. Kalkowsky, G. Klemm, H. Müller, A. Penck, A. Rothpletz, A. Sauer, M. Schröder, E. Weiße.

Drei hervorragende wissenschaftliche Namen standen an ihrer Spitze: Hermann Credner, Hans Stille, Franz Koßmat. Unter des letzteren Leitung ist eine, dem modernen Stande der geologischen Wissenschaft entsprechende, tiefschürfende Forschungsarbeit begonnen worden, die — unterstützt von einem, mit den sich vergrößernden Zielen wachsenden Stabe von trefflichen Spezialforschern, wie K. Pietzsch, R. Reinisch, R. Grahmann, F. Härtel — in den wissenschaftlichen wie praktischen Leistungen der letzten Jahre das schlagendste Zeugnis von der Notwendigkeit und dem Nutzen einer geologischen Landesuntersuchung ablegt.

Für die mit der Gründung der Landesuntersuchung einsetzenden speziellen Forschungen war in Sachsen der Boden seit langer Zeit wie kaum irgendwo vorbereitet. Als die Geologie in den Ländern ringsum meist noch kaum beachtet und geachtet wurde, hatten in Sachsen bereits die seit dem frühen Mittelalter entdeckten reichen Erzschätze das Verständnis für eine eingehende Untersuchung des festen Untergrundes geweckt. Bekannt ist, wie bahnbrechend die von der Bergakademie Freiberg ausgehenden Lehren für das rasche Vorwärtsschreiten der geologischen Erkenntnis gewesen sind. Hier hatte man seit 1798 unter der Leitung wohl eines der besten der älteren deutschen Geologen, Abraham Gottlob Werners, begonnen, Beobachtungen für eine Übersicht des ganzen Landes zu sammeln. Diese wurden später von C. F. Naumann — zuerst ebenfalls in Freiberg, dann als Professor an der Universität Leipzig tätig, wo er sein prächtiges, großzügiges Lehrbuch der Geognosie verfaßte — als Grundlage für seine, mit B. Cotta herausgegebene große Karte verwendet, die als „Geognostische Spezialkarte des Königreiches Sachsen" im Maßstabe 1 : 120000 in 12 Blättern mit 5 Heften Erläuterungen in Freiberg 1834—1845 herauskam. Naumann, eine scharfsehende, geniale Gelehrtennatur, schuf in ihr, weit hinausgehend über die Vorarbeiten, ein Werk, das damals unübertroffen in Europa dastand. Naturgemäß konnte diese erste geologische Aufnahme Sachsens keinen Abschluß der geologischen Erkundung des Landes bedeuten, da mancherlei Fragen damals einer Lösung noch gar nicht zugänglich waren. Zudem war der Maßstab zu klein, um allen Ansprüchen der Wissenschaft und Praxis zu genügen — war doch Preußen 1862 dazu übergegangen, Spezialkarten i. M. 1 : 25000 herauszugeben.

Naumann, wie seine Mitarbeiter Cotta und Geinitz, waren es noch, die die nötige weitere Entwicklung der Landesuntersuchung in einer Denkschrift vom Jahre 1870 mit Energie verfochten. Diese bestand vor allem in der Aufnahme des Landes durch Spezialkarten i. M. 1 : 25000. Viele Schwierigkeiten waren bis zu ihrem Beginne zu überwinden: mußte doch zunächst erst eine neue topographische Unterlage hergestellt werden.

Nach Naumanns Tode wurde der dreißigjährige Hermann Credner — der, eben aus Amerika zurückgekehrt, wohl in der Geologie dieses Erdteiles besser Bescheid wußte als in der heimischen — zum Leiter der geologischen Landesuntersuchung ernannt. Mit der ihm eigenen Schaffenskraft und Arbeitsfreude ging er ans Werk. Im Laufe vieler Jahre wurden 126 Kartenblätter, jedes von ungefähr 130 qkm Fläche, von den oben genannten Mitarbeitern aufgenommen. Es bedeutet das eine bewundernswerte Arbeitsleistung. Gehört doch Sachsen zu den geologisch mannigfachsten Gebieten Deutschlands; waren hier doch viele geologische Fragen kartographisch zu lösen, für die bisher keinerlei Vorbild als Grundlage

dienen konnte. Der schwierige Vielfarbendruck wurde von der graphischen Anstalt Giesecke & Devrient in Leipzig in vorbildlicher Form ausgeführt, die noch heute die Ausführung in den Händen hat und vielen anderen deutschen Landesanstalten als Kunstanstalt dient.

Im Jahre 1895 war die gesamte Spezialaufnahme fertiggestellt. Ihre Blätter fanden eine solche gute Aufnahme, daß eine ganze Anzahl von ihnen in diesem Jahre bereits wieder vergriffen war. Man schritt daher zu einer Neuausgabe der vergriffenen Sektionen. 62 Blätter liegen in zweiter, mehrere in dritter Auflage heute vor. Der Verbrauch hat sich in den letzten Jahren so gesteigert, daß der Verkauf einzelner Blätter gesperrt werden mußte. Der Druck eines Blattes kostet gegenwärtig — ungerechnet die Aufnahmekosten — etwa 100 Mark; trotzdem wird es zu einem viel geringeren Preise abgegeben. Denn der Staat will mit den geologischen Karten weniger verdienen, als der Allgemeinheit nützen.

Trotz angestrengtester Aufnahmearbeit ist es nicht möglich in den Neuausgaben der Spezialkarten mit dem Verbrauche gleichen Schritt zu halten. Denn eine Neuausgabe nach einigen Jahrzehnten bedeutet nicht einen einfachen Neudruck des früher Dargestellten, sondern umfangreiche selbständige Neubegehungen, gar nicht selten eine völlige Umarbeitung nach den modernen Anschauungen der Wissenschaft, die heute z. B. eine sehr viel eingehendere Analyse des tektonischen Baues verlangt. Hatte man die älteren Blätter der Spezialkarte nur in der geringen Auflagenhöhe von 200 Stück hergestellt — gegenwärtig ist sie viel höher — so hat deren wider Erwarten schneller Absatz wesentlich dazu beigetragen, in gewissen Etappen wichtigere Neuerungen in den Neuauflagen der Karten darstellen zu können.

Gewissermaßen die Endübersicht über die Aufnahmen bringen die beiden, weit verbreiteten Übersichtskarten Sachsens, die 1908 i. M. 1 : 250000, 1910 i. M. 1 : 500000 erschienen sind. Vor allem die kleine Übersichtskarte ist in den Schulen zu großer Verbreitung gelangt. Durch vorzügliche technische Ausführung und geschmackvolle Farbenwahl gebührt ihnen ein hervorragender Platz unter den geologischen Karten der Erde.

Neben der Aufnahme der Karten erfüllt die Sächsische Landesuntersuchung eine Reihe wichtiger, der Allgemeinheit dienender Aufgaben. Ja, ihre praktische Wirksamkeit vergrößert sich von Jahr zu Jahr. Eine Reihe von umfangreichen gründlichen Monographien stellt Erz- und Kohlenschätze des Landes dar; unter diesen seien die Arbeiten von Mueller über die Erzgebiete des Erzgebirges, von Hausse über die Kohlen des Plauenschen Grundes bei Dresden, von Etzold über die sächsischen Braunkohlenlager genannt. In der Begutachtung der Kohlenversorgung des Landes hat die Landesuntersuchung neuerdings wichtige Aufgaben zu erfüllen.

Die anfangs sehr geförderten, später leider zurückgetretenen bodenkundlichen Aufnahmen, die für die Landwirtschaft von allergrößtem praktischen Werte sind, traten 1918 wieder in den Vordergrund. Die Zeit wird nicht ferne sein, wo die bereits 1872 angeregten agrogeologischen Karten und Sonderdarstellungen an die Öffentlichkeit treten, in den die speziellen agronomischen Untersuchungen sächsischer Böden niedergelegt sind. Ein vorzüglich eingerichtetes Laboratorium unterstützt diese praktische Arbeit aufs beste.

Eine Fülle von Arbeit verursacht der Grundwasserdienst, der sich zu einem wichtigen Zweige geologischer Tätigkeit ausgebildet hat. Viele Hunderte von Brunnen werden regelmäßig auf ihren Wasserstand beobachtet. In einem Lande mit dichter Bevölkerung, hochentwickelter Industrie und wachsendem Braunkohlenbergbau ist eine wissenschaftlich beratene Grundwasserbeobachtung von größter Bedeutung.

Liegt noch heute der Schwerpunkt der rein wissenschaftlichen Tätigkeit der Landesuntersuchung überwiegend in den gebirgigen Teilen des Landes, wo es gilt, Fragen allerschwierigster Natur ihrer Lösung näherzuführen, nachdem verheißungsvolle Anfänge z. B. in der Entwirrung der Tektonik des Erzgebirges, des Elbtalschiefergebirges gemacht wurden, so ist dagegen der Schwerpunkt der praktisch-wissenschaftlichen Betätigung aus den fast erschöpften Erzgebieten des Erzgebirges hinab in das Flachland gewandert, wo Industrie und Landwirtschaft ihren Hauptsitz haben und intensivste Ausnutzung aller Schätze des Bodens im weitesten Sinne dieses Wortes verlangen.

Mögen nach den ersten, so erfolgreichen fünfzig Jahren ihrer Tätigkeit andere fünfzig mit gleich glücklichen Ergebnissen der Sächsischen Landesuntersuchung beschieden sein!

Alfonso Corti.

Ein Gedenkblatt zum 15. Juni.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Gottfried Brückner**, Grimma.

Als der Anatom Albert Kölliker im Jahre 1854 für einen bestimmten Teil der Gehörschnecke die Bezeichnung „Cortisches Organ" einführte, hat er den Namen Corti für alle Zeiten in der anatomischen Wissenschaft verankert. Um so verwunderlicher ist es, daß die bis vor wenigen Jahren erschienenen naturwissenschaftlich- und medizinisch-biographischen Nachschlagewerke uns

keinen Aufschluß über Cortis Lebenslauf geben können. Als ich vor einigen Jahren von dieser Tatsache Kenntnis bekam, bemühte ich mich, diese Lücke in der deutschen biographischen Literatur auszufüllen und stellte Nachforschungen über den Lebensgang Cortis an.

Das Ergebnis meiner Bemühungen, das ich teilweise bereits anderweit veröffentlicht habe,[1]) ist zwar nicht so erfolgreich gewesen wie ich gehofft hatte, doch will ich alles, was ich bisher über den Lebensgang Cortis ermitteln konnte, aus Anlaß der 100. Wiederkehr seines Geburtstages in folgender biographischen Skizze zusammenfassen.

Alfonso Corti wurde am 15. Juni 1822 als Sohn des Gutsbesitzers Gaspare-Guiseppe Corti, Marchese die S. Stefano Belbo in Gambarana geboren. Als Jüngling entschloß er sich Philosophie und Medizin zu studieren und bezog die Universität Pavia. Später besuchte er die Universität in Wien, wo er sich im Studienjahre 1846/47 als cand. med. immatrikulierte. Am 5. August 1847 wurde er auf Grund seiner Dissertation „De systemate vasorum psammosauri grisei" zum Doktor der Medizin promoviert. Hierüber findet sich im Rigorosenprotokoll der Medizinischen Fakultät der Universität Wien folgendes: „Corti, Alphonsus de, natus in Gambarana in Sardinia die XV. Junii 1822, rom. cath., absolvit studia philos. Paviae, medica partim Paviae partim Viennae; subiit examina rigorosa medica, primum die 9. Febr. 1847 bene per majora (sat bene), secundum die 27. Julii 1847 sufficienter; disputavit die 5. Aug. 1847 valde bene." —

Während seines Aufenthalts in Wien war Corti eine Zeitlang Prosektor des berühmten Anatomen Joseph Hyrtl; doch läßt sich nicht feststellen, wie lange er sich in Wien aufgehalten hat. — Die nächste Spur von Corti findet sich in Utrecht. A. Kölliker, der im Jahre 1850 eine Reise durch Holland, England und Schottland unternahm, schreibt am 4. Sept. 1850 an C. Th. v. Siebold folgendes: „Dampfschiff und Eisenbahn führten mich schnell nach Arnhem und Utrecht, und schon der folgende Mittag sah mich im Observatorium microscopicum in Gesellschaft von Schröder van der Kolk, Harting und Verloren, sowie des eben in Utrecht anwesenden Marchese Corti, eines für die Naturwissenschaften begeisterten jungen Piemonisten, den Sie aus seiner Schrift über das Gefäßsystem des Psammosaurus griseus kennen werden". Hieraus geht hervor, daß Corti in der Gelehrtenwelt bereits einigermaßen bekannt geworden war und daß es ihm leicht gelungen war, mit den bedeutendsten Forschern Hollands in näheren Verkehr zu kommen. Für seine spätere wissenschaftliche Entwicklung war sein Aufenthalt in Utrecht zweifellos von großer Bedeutung. Denn damals führte Harting die Anwendung von arseniger Säure für die Herstellung mikroskopischer Präparate ein, von welcher Methode Corti bei der Untersuchung der Gehörschnecke mit bestem Erfolg Gebrauch gemacht hat. Leider läßt sich auch die Dauer seines Verweilens in Utrecht nicht genau feststellen; nur soviel ist sicher, daß er darnach an der Universität Würzburg tätig gewesen ist. Corti muß die Gewohnheit gehabt haben, an keiner Hochschule ein öffentliches Amt zu bekleiden, sondern ist wohl lediglich als Privatgelehrter in Universitätsinstituten tätig gewesen. Denn trotz genauer Durchsicht der Personal- und Vorlesungsverzeichnisse der in Frage kommenden Universitäten ist sein Name dort nirgends verzeichnet. Dies findet seine Erklärung darin, daß Corti vermögend gewesen ist, und daß ihm diese angenehme finanzielle Lage ermöglichte, die anatomische Forschung nur um ihrer selbst willen und zu seiner persönlichen Freude pflegen zu können, ohne die Bürden und die Verantwortung eines Amtes auf sich nehmen zu müssen.

Nachdem Corti im Jahre 1850 in Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie seinen „Beitrag zur Anatomie der Retina" veröffentlicht hatte, ließ er am 30. Juni 1851 in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie" seine bedeutendste Arbeit erscheinen unter dem Titel: Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères. Première partie: limaçon. Reiche Anerkennung erntete Corti für seine Untersuchungen bei den zeitgenössischen Anatomen, und es ist nicht uninteressant, sie mit ihren eigenen Worten über Cortis Forschungen urteilen zu hören.

Joseph Hyrtl in Wien äußert sich folgendermaßen: „Mein ehemaliger Prosektor, Marchese Alfonso Corti, hat das Verdienst eine sehr sorgfältige und genaue Untersuchung über den Bau der Lamina spiralis ossea und membranacea sowie der Nerven und Gefäße derselben vorgenommen zu haben, deren überraschende Ergebnisse . . . allen späteren einschlägigen Untersuchungen zum Ausgangspunkt dienten."

A. Kölliker, der in die wissenschaftliche Nomenklatur die Bezeichnung „Cortisches Organ" eingeführt hat, spricht sich in seinen Werken ausführlich über Cortis Leistung aus. An einer Stelle nennt er sie eine „ausgezeichnete und den Gegenstand fast erschöpfende Abhandlung . . ., die Frucht monatelanger, mühevoller Untersuchung". In einem anderen Abschnitt von Köllikers Mikroskopischer Anatomie heißt es: „Ich habe . . . bei einer vor kurzem unternommenen Erforschung der Schnecke zwar die meisten und wesentlichsten der Cortischen Angaben zu bestätigen vermocht, zugleich aber auch gefunden, daß dieser Autor einen sehr wichtigen Punkt nicht ganz bis zum

[1]) Brückner, Beiträge zu einer Biographie des Marchese Alfonso Corti. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik Bd. 5, S. 69 ff.

Brückner, Das Bildnis des Marchese Alfonso Corti. Ebenda S. 207. Alfonso Corti ist nicht zu verwechseln mit Bonaventura Corti, dem Entdecker der Protoplasmaströmung. (Vgl. Brückner, Das Leben und die Schriften des Abtes B. Corti. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik Bd. 4, S. 389 ff.)

Abschlusse verfolgt hat und infolgedessen auch mit Beziehung auf die Deutung gewisser Teile auf Abwege gekommen ist. Indem ich mich so ausspreche, will ich meinem Freunde Corti nicht im geringsten zu nahe treten. Niemand weiß besser als ich, mit welcher Ausdauer und welchem Geschick derselbe monatelang mit dem so äußerst schwer zu behandelndem Labyrinthe sich beschäftigte, und sicherlich wird jeder, der Corti nachuntersucht, mit mir einstimmen, wenn ich sage, daß nicht leicht eine monographische Arbeit von solcher Exaktheit und Vollständigkeit zu finden ist wie die seine. Allein wie es in allen unsern Forschungen geht, so auch hier; jeder führt den wissenschaftlichen Bau um ein gewisses seinem Ziele näher, doch es ist keinem vergönnt, denselben ganz zu enden."

Ein Jahr nach Erscheinen seines Hauptwerkes hat Corti Deutschland den Rücken gekehrt, denn im Jahre 1852 finden wir ihn in Turin. Dort arbeitete er gemeinsam mit dem Professor Chevalier Filippo de Filippi. Reiches anatomisches Material bot sich ihnen, als der König Victor Emanuel II. von Sardinien die Menagerie in der Nähe von Stupinigi bei Turin auflöste und dem Zoologischen Museum der Universität Turin einen durch Asphyxie mit Kohlendioxyd getöteten Elefanten für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung stellte. Im Dezember 1852 berichtete Corti in einem Briefe an Kölliker über das Ergebnis seiner anatomischen Untersuchungen.

Von diesem Zeitpunkte an scheinen sich Cortis wissenschaftliche Interessen immer mehr verloren zu haben, bis er schließlich im Jahre 1854 auch die letzten Beziehungen zur Universität Turin völlig löste. Im Jahre 1855 vermählte er sich mit Maria Bettinzoli und zog sich dann in seine Villa Mazzolino in der Nähe von Casteggio (Provinz Pavia) zurück. Dort widmete er sich mit so großem Eifer dem Weinbau, daß er in der ganzen Gegend der Colli di Casteggio als Autorität in diesem Fache galt. Corti starb im 55. Lebensjahre am 2. Oktober 1876.[1])

[1]) Da Cortis Bruder Luigi Corti (1823—88) eine Zeitlang italienischer Bevollmächtigter in Berlin war, konnte ich durch das dortige Italienische Konsulat erfahren, daß Alfonso Cortis Sohn, Gaspare, in Taino (Provinz Como) lebt. Auf meine briefliche Anfrage konnte ich jedoch keine biographischen Einzelheiten über seinen Vater erfahren, da er ihn bereits mit 14 Jahren verloren hat. — Die Quellen obiger biographischen Skizze sind Mitteilungen der Universitäten Wien und Turin, Angaben in einem italienischen Adelslexikon und gelegentliche Notizen in der anatomisch-wissenschaftlichen Literatur.

Mathematisches Neuland: Arnold Kowalewskis Buntordnungslehre.

[Nachdruck verboten.] Von Universitätsprofessor Dr. **Hans Rust,** Königsberg i. Pr.

Wiederholt hat die mathematische Wissenschaft bedeutsame Anregungen auf das philosophische Denken ausgeübt, wie sie umgekehrt solche von dort her empfangen hat. Es waren jeweils nicht die schlechtesten und nicht die unbedeutendsten Philosophen, welche die Mathematik um ganz hervorragende, ja epochemachende und umwälzende Entdeckungen bereichert haben. Nur beispielsweise seien Cartesius als der Schöpfer der analytischen Geometrie, Leibniz als Entdecker der Infinitesimalrechnung, Fechner als der Urheber der Kollektivmaßlehre genannt.

Wie letzterer ganz besonders von psychologischen und psychophysischen Untersuchungen herkam, so entstammen diesem Forschungsgebiete die Anlässe, welche einen mit hoher Achtung genannten Philosophen der Gegenwart zu seiner außerordentlich bedeutsamen Entdeckung eines völlig neuen Gebietes der mathematischen Forschung und ihrer reichen Anwendungsmöglichkeiten geführt haben.

Um die Jahrhundertwende standen sich die reine Philosophie und die Experimentalpsychologie wie zwei feindliche Schwestern gegenüber. Da kam Arnold Kowalewski im Jahre 1902 auf den sehr fruchtbaren Gedanken, eine methodologische Synthese beider Forschungsgebiete herzustellen und ihre Brauchbarkeit sogleich an einer ganz konkreten philosophischen Frage vor Augen zu führen. Er suchte das Pessimismusproblem durch eine systematische Vergleichung der Lust- und Unlustauffassung aufzuhellen und legte die hauptsächlichsten Ergebnisse seiner Forschung in den „Studien zur Psychologie des Pessimismus", Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1904 (Grenzfragen des Nerven- und Seelenlebens) vor. Eine zweite Frucht dieser Arbeitsgemeinschaft von reiner Philosophie und experimenteller Psychologie war Kowalewskis Buch „Arthur Schopenhauer und seine Weltanschauung", Halle, C. Marhold, 1908. Hier gelang ihm durch „empirische Sondierungen" über Lust- und Unlusterinnerung eine schlagende Bestätigung der Schopenhauerschen Lehre von der Zusammengehörigkeit großer Lust- und Schmerzdisposition. Kowalewski hat, sagt Oswald Külpe, „in glücklicher Form gezeigt, daß die experimentelle Psychologie auch an größere Fragen herantreten, zu Ethik und Metaphysik in fruchtbare Beziehung gebracht werden kann" (Göttingische gel. Anzeigen, Februar 1905). Ihre Bedeutsamkeit für die heute wieder auflebende Seelendiätetik habe ich in meinem Buche „Sittlichkeit und Gesundheit", Bielefeld und Leipzig, Velhagen und Klasing, 1922, S. 77 und 97) hervorgehoben.

Bei seinen Experimenten über die Auffassung moralischer Wertunterschiede nach der „Methode der paarweisen Vergleichung" ergab sich für

Kowalewski die Notwendigkeit, die zur Vergleichung dargebotenen Paare oder Amben in möglichst bunter Abwechslung folgen zu lassen, um so die Reinheit des Ergebnisses zu sichern. Am wenigsten leistete die von Külpe vorgeschlagene lexikographische Anordnung der Paare, weil hier das einzelne Element viel zu oft hintereinander und damit zu lange beobachtet wird, während das Nachbarelement zwar wechselt, aber in einer gleichbleibenden Abfolge. Besseres leistete schon die von Jonas Cohn empfohlene Art der Kombination, welche im wesentlichen dem Dominoprinzip folgt, also jedes Element zweimal nacheinander zeigt, das eine Mal rechts, das andere Mal links vom Vergleichungselement. Aber auch so entstand noch keine bunteste Anordnung der Amben und ließen sich Fehler nicht ganz vermeiden, welche aus der Reihenfolge der Versuche entsprangen.

Kowalewski versuchte daher eine Ambenreihe zu konstruieren, in der möglichst viele aufeinanderfolgende Amben lauter verschiedene Elemente enthalten, so daß die Wiederholung jedes einzelnen Elementes möglichst hinausgeschoben wird. Eine solche Ambenreihe stellt sich der Versuchsperson nicht nur subjektiv, sondern auch objektiv als eine bunteste Mischung der Elemente dar, während der Experimentator die Reihe mit Leichtigkeit herstellen und übersehen kann, weil er ihr mathematisches Bildungsgesetz in Händen hat.

Damit war der Grundgedanke und der Grundbegriff der „Buntordnungslehre" entdeckt und ein ganz neues Gebiet der Kombinatorik erschlossen, deren ruhmreiche Geschichte an den Namen des großen Leibniz geknüpft ist, die man aber seit ihrer großen Blüte am Anfange des neunzehnten Jahrhunderts für abgestorben hielt.

Die Wiener Akademie der Wissenschaften hat sich das äußerst dankenswerte Verdienst erworben, in den Jahren des Krieges, seit 1915, in sieben aufeinanderfolgenden Veröffentlichungen die tief dringenden Forschungen Kowalewskis auf dem von ihm neu entdeckten Wissensgebiete der gelehrten Welt vorzulegen, nachdem Prof. Dr. Wirtinger sofort die Bedeutsamkeit der neuen Entdeckung erkannt hatte.

Nunmehr tritt der glückliche Entdecker mit seinem wertvollen Funde ein zweites Mal vor die Öffentlichkeit, um sie weiteren Kreisen bekannt zu machen. Vor mir liegt: „Die Buntordnung", Mathematische, philosophische und technische Betrachtungen über eine neue kombinatorische Idee von Arnold Kowalewski, a. o. Prof. in Königsberg i. Pr., Heft 1: Entstehung und mathematischer Ausbau der Buntordnungslehre. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1922. Preis 18 Mark. 53 S. gr. 8°. Dem Werte des Inhalts entspricht die vornehme Ausstattung des Buches, das gute Papier und der große, klare Druck. Da sich das Werk an Mathematiker, Philosophen und Techniker wendet, so wurde eine Zerlegung des Ganzen in drei Hefte beliebt, welche der Verbreitung der neuen Idee nützen wird.

Das vorliegende erste Heft unterrichtet über die Entstehung der Buntordnungslehre und entwickelt ihren Inhalt unter fortwährender Bezugnahme auf die grundlegenden Akademieabhandlungen in einer auch einem größeren Leserkreise verständlichen Form. Zunächst machen uns grundlegende Betrachtungen mit den Grundbegriffen der Buntordnungslehre bekannt, deren es fortschreitend immer neue zu entdecken und zu fixieren gibt. Die Buntheitsmöglichkeiten werden in Form von „Buntringen" erschöpfend berechnet. Nach Kowalewskis Feststellung zerfallen alle vollkommenen Buntringe der doppelten Fünferamben in 12 isonome, 15 parisonome, 30 Hamiltonsche, 30 konservative, 60 unharmonische erster und 60 unharmonische zweiter Art. Im ganzen gibt es also $207 = 3^2 \cdot 23$ solche Buntringe. Die folgenden Untersuchungen behandeln die zu den Ambenbuntringen gehörigen Absentenringe und ähnliche bunte Elementringe; bunteste Ambenreihen und Ambenringe bei gerader Elementzahl; Ternen- und Quaternenbuntringe; die topologische Deutung von Buntordnungsproblemen; bunte Konstellationsreihen und Konstellationsringe; flächenhafte Buntordnungen; Nebenergebnisse.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient die Tatsache, daß gewisse rein mathematische Probleme durch die Buntordnungslehre in eine neue Beleuchtung gerückt worden sind, so namentlich Hamiltons Dodekaederproblem und Steiners Theorie der Dreiersysteme. Die Freunde des Schachspiels werden sich freuen, daß im Zusammenhang mit dem soeben erschlossenen Erkenntnisgebiet auch neue Typen von Rösselsprüngen gefunden worden sind. Auch in die Mathematik der höheren Raumarten greift die neue Forschung hinein, sofern nur in solchen gewisse „Buntnetze" zu voller Schönheit verwirklicht werden können, d. h. so daß ihre Fäden sich niemals schneiden.

Das zweite Heft soll die philosophische Auswertung des neuen Wissenszweiges bringen. Das dritte Heft wird die bedeutsamsten praktischen Nutzungswege aufzeigen, die der Buntordnungsidee in der experimentalpsychologischen Technik, in der Fabrikorganisation, im Handelsbetrieb, in der Landwirtschaft (Buntsaat!), Medizin, Chemie (Elementverbindungen!), Erziehungskunst, Spielindustrie, Kunstgärtnerei und Ornamentik offen stehen. Es ist zu hoffen, daß sich auf diesen Gebieten Nutzanwendungen der Buntordnungslehre ergeben, welche einen nicht geringen Beitrag zur Wiederherstellung unseres Wirtschaftslebens liefern. Aber auch weit darüber hinaus erbringt die rein wissenschaftliche Entdeckung als solche einen neuen Beweis für die Kraft und Sieghaftigkeit des deutschen Geistes.

Alfred Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen und die Tiergeographie.

Von Dr. Wilh. R. Eckardt,
Leiter des Meteorologischen Observatoriums Essen.

[Nachdruck verboten.]

Es kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, daß Alfred Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen z. T. als richtig sich erweisen wird. Für das Paläoklima und manche große Grundfragen der Tiergeographie sind besonders wichtig die aus ihr hergeleiteten Polverschiebungen im Laufe der Erdgeschichte, die für manche Erdperioden von Wegener und Köppen im allgemeinen richtig erfaßt worden sein dürften. Denn ohne Annahme solcher Verlagerungen kommt die Paläoklimatologie ebensowenig aus wie der historische Zweig der Biogeographie.

In diesem Zusammenhange möchte ich hier nur kurz das Problem des Aussterbens der südamerikanischen Equiden behandeln, das dem Biologen, Geographen und Geologen bis heute viel Kopfzerbrechen verursacht hat.

Obwohl der Hauptherd der Pferdeschöpfung in Nordamerika lag, von wo aus im Laufe des Tertiärs auch alle übrigen Festländer — ausgenommen natürlich Australien — ihre Equidenformen erhielten und weiter umbildeten, fanden bekanntlich die Spanier, welche Amerika zuerst betraten, kein einziges Pferd, weder wild noch domestiziert, vor, während heute zahlreiche Herden verwilderter Pferde auf den südamerikanischen Steppen sich herumtummeln, und zwar bereits seit Ende des 16. Jahrhunderts. Dagegen kommen Pferde fossil in den Pampaschichten, in den etwas älteren Ablagerungen von Paraná, sowie in den Monte Hermoso-Schichten vor, während sie in den Santa Cruz-Schichten fehlen. Einige der argentinischen fossilen Pferde gehören der typischen Gattung *Equus* an, während andere wegen des einfacheren Baues ihrer Molaren und der bedeutenden Länge der Einschnitte im Schädel unterhalb der Nasenbeine unter dem Namen *Hippidium* zu einer besonderen Gattung zusammengefaßt werden. Eine dritte Gattung unterscheidet sich von der letzteren durch eine große Vertiefung in den seitlichen Gesichtsknochen, die den Tränengruben der Hirsche entspricht.[1]) Alle diese ausgestorbenen südamerikanischen Pferde sind aber zu denjenigen Gruppen zu rechnen, die von Norden her eingewandert sind. Warum diese Equiden aber gerade in einem für ihr Fortkommen doch so geeigneten Lande, wie etwa Argentinien, ausgestorben sind, erscheint auf den ersten Blick mehr als rätselhaft, wenn wir doch bedenken, daß im heutigen Südamerika sich mehrere Millionen verwilderter Pferde seit über 300 Jahren dort herumtreiben und vortrefflich gedeihen. Denn kein Raubtier gefährdet und gefährdete die Pferde in der Neuen Welt mehr als auf der Ostfeste; im Gegenteil! dort finden wir nur Puma und Jaguar, im Osten aber Löwe, Tiger, Leopard, Bär usw. Auch der vorzeitliche Jäger kann die Pferde in Amerika nicht ausgerottet haben, da seine Jagdgeräte und Jagdmethode viel zu primitiv waren,[1]) und weil die fossilen Funde die hierfür in Frage kommenden menschlichen Artefakte vermissen lassen. An das Auftreten von Seuchen, die die Herden hinwegrafften, ließe sich denken, aber eine solche Hypothese schwebt völlig in der Luft.

M. E. können wir der Lösung der Frage nur dann näher kommen, wenn wir bedenken, daß auch die Urwildpferde, wie fast alle Pferdeartigen, Steppentiere gewesen sind und somit die trockene Grasebene als ihre natürliche Heimat und Nahrungsstelle besaßen, daß also für ihr Verschwinden wohl Änderungen des Klimas und des Pflanzenwuchses, übermäßige Zunahme der Feuchtigkeit und Vorrücken des Waldes verantwortlich gemacht werden müssen. Hierauf hat bereits L. Heck,[2]) allerdings nicht in bezug auf die südamerikanischen Pferde, hingewiesen. Solche Klimaänderungen sind aber in Südamerika tatsächlich vom Tertiär bis zur Gegenwart vor sich gegangen. Bekanntlich liegen die Reste großer ausgestorbener südamerikanischer Tiere, wie z. B. von Megatherium, Mylodon, Macrauchenia u. a. meist im Pampaslehm eingebettet, jener ausgedehnten Lößformation, die sich außen an das mit Grundmoräne bedeckte Gebiet älterer Vereisung nördlich von Patagonien anschließt. Alfred Wegener[3]) selbst bemerkt hierzu treffend: „Man erkennt allgemein an, daß diese Fauna nur in warmem Klima gelebt haben kann, ist aber bestrebt, sie ins Tertiär oder wenigstens Altquartär zu setzen, um nach Analogie mit Europa für das Tertiär ein warmes Klima zu retten, während die Tiere doch in dem Produkt der großen Vereisung eingebettet liegen, also erst lebten, als der Wind bereits den Staub von der abgetrockneten Grundmoräne entführen konnte. Jedenfalls wird man zugeben, daß diese Tiere nicht gleichzeitig mit der Vereisung gelebt haben können, und daß deshalb jedenfalls eine Revision der Altersbestimmungen für Südamerika nötig ist.“ Auf Grund dieser und anderer Erwägungen kommt A. Wegener zu dem Ergebnis, daß Patagonien im Diluvium auf etwa 30° Süd zu liegen kam und wohl ganz frei von Gletschern gewesen sein dürfte, während die Hauptvereisung daselbst nicht wie bei uns wirklich ins Diluvium, sondern noch in das Tertiär fiel.

Eine solche Verlagerung des Poles hätte aber

[1]) Lydekker, Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Säugetiere. 2. Aufl. Jena 1901. S. 104.

[1]) W. Soergel, Das Aussterben diluvialer Säugetiere und die Jagd des diluvialen Menschen. Jena 1902. S. 33.
[2]) Brehms Tierleben. 4. Aufl. Säugetiere. 3. Bd.
[3]) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 2. Aufl. Braunschweig 1920. S. 103/4.

auch eine bedeutende Verschiebung der Klimazonen nach sich ziehen müssen, und zwar dergestalt, daß das südamerikanische Festland im Diluvium noch weit mehr Tropenkontinent unter gleichzeitigem Vorrücken der amazonischen Hylaea bis weit nach Süden war. Einem solchen Klima mit mächtiger Pflanzendecke aber hätten die Pferde weichen müssen, selbst dann, wenn zur Zeit des niedrigen Sonnenstandes ein Steppenhimmel sich über dem Südhorn des Kontinentes einstellte, denn dann versiegten auf diesem übrigens sehr kleinen Raume wohl die Wasserstellen, und weiteren Wanderungen zum feuchteren Norden bot die tropische Hylaea vorzeitig Halt. Einem solchen Klimawechsel mußten wohl die verschiedenen südamerikanischen Equidenformen, wenn auch nicht unbedingt gleichzeitig, so doch nacheinander erliegen. Denn einmal kann das Pferd als vollendetste Anpassung an die Steppe im Tropenklima nicht lange aushalten, und als indirekte Wirkung des Tropenklimas käme wohl auch die Pflanzennahrung in Betracht, die in den immer feuchten Tropen jedenfalls eine andere ist als in den subtropischen Steppen, wo die heute noch lebenden Equiden, dem kräftigen Bau ihrer Molaren entsprechend, fast ausschließlich harte Grasnahrung zu sich nehmen. Es wäre jedenfalls eine dankbare Aufgabe der südamerikanischen Paläontologen, einmal darauf zu achten, ob sich nicht an dem fossilen Material die Frage des gleichzeitigen oder nacheinander erfolgenden Aussterbens der in ihrem Molarenbau verschiedenen südamerikanischen Equidenformen beantworten läßt, wie O. Abel[1]) meint. Man kann auf Grund des Gesagten sich daher der Ansicht von L. von Ubisch[2]) anschließen: „In vielen Fällen ist die Verschiebungstheorie geeignet, uns einfachere Lösungen der Verhältnisse zu geben als jede andere frühere Theorie. Wegener ist also durchaus berechtigt, die Tiergeographie als wesentliche Stütze seiner Theorie heranzuziehen. Aber einen Beweis können wir in der Tierverbreitung für die Verschiebungstheorie noch nicht erblicken."

[1]) Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912. S. 504/5.

[2]) Wegeners Kontinental-Verschiebungstheorie und die Tiergeographie. Verh. der Physikal.-med. Gesellschaft zu Würzburg 1921.

Einzelberichte.

Neue Beobachtungen an unsern entomophilen Moosen.

Unter den Moosen nehmen die zur Familie der Splachnaceae gehörenden Gattungen *Tayloria, Tetraplodon* und *Splachnum* infolge ihrer abweichenden Lebensweise eine besondere Stellung ein. *Splachnum* und *Tetraplodon* leben nämlich fast ausschließlich auf den Exkrementen verschiedener Tiere oder auf Tierleichen und auch *Tayloria* bevorzugt Örtlichkeiten, die reich an organischen Stoffen sind. Mit dieser engen Anpassung an ganz bestimmte und sehr beschränkte Wohnplätze hängt es sicherlich zusammen, wenn die zu kleinen Klümpchen verklebten Sporen in der Regel durch gewisse Fliegen verbreitet werden. Um die Insekten anzulocken, ist in vielen Fällen die Apophyse (der oberste Teil des Kapselstiels) zu einem deutlichen Schauapparat umgestaltet. Bei *Splachnum luteum* und *S. rubrum*, zwei nordischen Moosen, die in Deutschland noch nicht beobachtet wurden,[1]) gleicht sie z. B. einem breiten, glänzenden, gelb oder rot gefärbten Schirm. Der Insektenanlockung dient auch der eigenartig süßliche Aasgeruch, den viele dieser Moose ausströmen. Über den Entstehungsort und die Ausströmungsstellen, sowie über die besondere Natur dieses auffälligen „Duftes" hat F. v. Wettstein[2]) in letzter Zeit eingehende Untersuchungen angestellt, über die hier in aller Kürze berichtet werden soll.

Als Bildungsherd des Geruches wurde die Apophyse ermittelt; denn selbst nach Entfernung der Kapseln hielt der Geruch auch weiter unvermindert an. Da nun die Apophysenwand eine deutlich entwickelte Kutikula besitzt, können als Austrittsstellen für die Riechstoffe nur die Spaltöffnungen in Frage kommen. Genaue mikroskopische Untersuchungen haben nun gezeigt, daß sich die Spaltöffnungen besonders bei den am weitesten differenzierten Formen (*Splachnum luteum* und *S. rubrum*) zu deutlichen „Duftorganen" umwandeln. Am Ende der Sporogonentwicklung strecken sich nämlich die die Schließzellen der Spaltöffnungen umgebenden schmalen Nebenzellen noch mehr in die Länge und krümmen sich auch etwas nach außen. Dadurch wird die Spaltöffnung um 1—2 Zelltiefen über die Oberfläche der Apophysenwand emporgehoben und die Atemhöhle bedeutend erweitert. Zugleich geht mit dem Zellsaft eine Veränderung vor sich; er wird stärker lichtbrechend und flüchtiger. Wahrscheinlich sondert er jetzt als Stoffwechselendprodukt den Riechstoff ab, über dessen chemische Natur F. v. Wettstein vorläufig nur sagen kann, daß er zur Indolgruppe gehört, wie bekanntlich auch alle die übrigen Substanzen, die als „Duftstoffe" bei den Aasfliegenblumen wirken. Ob

[1]) Von der Verbreitung unserer einheimischen entomophilen Moose ist zu sagen, daß sie infolge des steten Rückganges der Weidewirtschaft immer seltener geworden sind. An vielen Standorten namentlich der Ebene sind sie wohl für immer verschwunden.

[2]) Vgl. Fritz v. Wettstein, Splachnaceenstudien I. Entomophilie und Spaltöffnungsapparat. Österreich. bot. Zeitschrift 1921.

die Moose den angelockten Fliegen als Entschädigung für den lebenswichtigen Dienst der Sporenübertragung irgendwelche Nährstoffe bieten oder ob die Insekten von den Moosen einfach „zum Narren gehalten werden", konnte noch nicht genau festgestellt werden. Die Fraßspuren, die an den Apophysen nicht selten zu beobachten sind, deuten vielleicht darauf hin, daß hier irgendwelche nahrhaften Stoffe für die Insekten bereit liegen. Jedenfalls kann man den weiteren Untersuchungen F. v. Wettsteins über diese merkwürdigen Laubmoose mit ihren einzigartigen Anpassungserscheinungen mit Interesse entgegensehen. E. Schalow (Breslau).

Über den Ursprung der Getreidearten.

Die Literatur über den Ursprung unserer Kulturgewächse ist recht umfangreich. Sowohl Botaniker,[1]) als auch Philologen[2]) haben sich mit dieser Frage beschäftigt, und immer noch ist man nicht einig darüber, wo die Urheimat vieler Kulturpflanzen zu suchen ist, und welches ihre wilden Stammformen sind. Denn darüber ist man sich klar, das die angebauten Gewächse von irgendwelchen wilden herzuleiten sind. Das hier Gesagte bezieht sich auch auf die Getreidesorten, den Hafer, die Gerste, den Roggen, den Weizen, den Mais, von welchen auch nahestehende wild wachsende Verwandte bekannt sind.

Bekanntlich unterscheiden sich die wildwachsenden Getreidearten von den angebauten vor allem dadurch, daß sie eine brüchige Ährenspindel besitzen; demnach fallen bei der Reife nicht die Körner allein von der Ährenachse ab, sondern diese zerfällt in mehrere Stücke mitsamt den daran haftenden Körnern. Dies ermöglicht eine raschere Aussaat, als bei den Formen ohne brüchige Ährenspindel, bei welchen die Körner viel länger an der Ähre sitzen bleiben und die daher, wie die Kulturformen des Getreides, leicht geerntet werden können.

Brüchig sind z. B. der Wildhafer — Avena fatua und Avena sterilis, der wilde Weizen — Triticum dicoccoides, die Wildgerste — Hordeum spontaneum, der Wildroggen — Secale montanum. In der Kultur sind dann, nach der landläufigen Meinung, die nicht brüchigen Formen entstanden, aber auf welche Weise dies zustande gekommen, ob durch Verlust eines oder mehrerer die Brüchigkeit der Spindel bedingender Erbfaktoren, oder auf eine andere Weise, darüber sind die Arbeiten noch nicht abgeschlossen.[3]) Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, die wilden Getreidearten (z. B. Secale montanum) durch Kultur in die entsprechende Kulturform überzuführen. Und was hier über die Brüchigkeit der Ährenspindel gesagt ist, bezieht sich auch auf die übrigen Merkmale, wie z. B. den perennierenden Wurzelstock des wilden Roggens, die stärkere Behaarung der Spelzen bei manchen wilden Formen usw.

Unlängst sind in russischer Sprache zwei Arbeiten erschienen, welche das Problem des Ursprungs unserer Getreidearten von einer ganz anderen Seite anfassen, nämlich: N. Vavilow, „Über den Ursprung des kultivierten Roggens" und Robert Regel †, „Zum Problem des Ursprungs der kultivierten Gerste".[1])

Vavilow wendet sich vor allem gegen die Verfechter der Meinung,[2]) der wilde perennierende Roggen, mit zerbrechlicher Ährenspindel und kleinen Körnern, sei die Stammform des angebauten Roggens. Der wilde Roggen, Secale montanum Gurs., welcher in den Gebirgen der Mittelmeerländer, in Kleinasien, Turkestan, Asien, Zentralasien und im Kaukasus vorkommt, ist eine, dem kultivierten Roggen nahestehende selbständige Art. Ebenso sind der wilde Hafer, Avena fatua, die wilde Gerste (Hordeum spontaneum), sowie die wilden Weizenarten Triticum dicoccoides und Triticum aegilopoides Link. nicht die Stammformen der entsprechenden kultivierten Getreidearten, sondern nur nah verwandte Formen von diesen. Der kultivierte Roggen, Secale cereale, kommt noch jetzt als Unkraut in den Weizen- und Gerstenfeldern Südwestasiens, nicht selten in ungeheurer Menge vor, und ist von hier aus in Kultur genommen worden.

Vavilow faßt die Ergebnisse seiner Untersuchung in folgende acht Thesen zusammen.

1. Der wilde Roggen (Secale montanum Guss.) mit brüchiger Spindel, kleinem Korn und mehrjähriger Wurzel ist nicht die Stammform des kultivierten Roggens, sondern nur eine ihm nahestehende selbständige Art.

2. Der in Europa kultivierte Roggen (Secale cereale) ist als Unkraut in den Gersten- und Weizenfeldern in Persien, Afganistan, Turkestan, Buchara, Syrien überaus verbreitet, d. h. in Ländern, welche gegenwärtig den Anbau dieses Getreides gar nicht, oder fast gar nicht kennen. Es fehlen auch Angaben darüber, ob der Anbau von Roggen in früheren Zeiten in Südwestasien verbreitet war. Auch der Name des Roggens bei den Persern, Sarten, Arabern, in Kleinasien und in Afganistan — Pschon-Dar, Dshon-Dar,[3]) Gandum-Dar,[4]) weist daraufhin, daß dieses Ge-

[1]) Z. B. A. de Candolle, L'origine des plantes cultivées 1883. Schulz, Beiträge zur Kenntnis der kultivierten Getreide und ihrer Geschichte. Halle 1913. Körnicke, Arten und Varietäten des Getreides. 1885.

[2]) Z. B. Hehn, Kulturpflanzen und Haustiere u. a.

[3]) Siehe z. B. die Arbeiten von v. Ubisch, in Zeitschr. für ind. Abstammungs- und Vererbungslehre 14, 1915 und Schiemann, ebenda 26, 1921, wo auch die betreffende Literatur angeführt ist.

[1]) Bulletin of applied botany, St. Petersburg Band X, 1917. Russisch mit englischem Resumé. Beide Arbeiten sind schon im Jahre 1917 gedruckt worden, konnten aber die Druckerei, welche sich in Dorpat (Estländische Republik) befindet, erst im Jahre 1922 verlassen.

[2]) Wie z. B. Engler und Dux in der Neuauflage von Hehn, Kulturpflanzen und Haustiere, Schulz, Römicke u. a.

[3]) D. h. sich in der Gerste befindend.

[4]) D. h. sich im Weizen befindend.

treide schon in alter Zeit bei den Ackerbauern des Orients eher als Unkraut, denn als Getreideart bekannt war.

3. Dieser, als Unkraut wachsende Roggen unterscheidet sich im allgemeinen nicht von dem kultivierten Roggen aus Europa, und zerfällt wie dieser in eine Reihe kleiner konstanter Formen. Es kommen jedoch im Orient auch endemische Formen (z. B. mit roten Ähren) vor, welche dem Westen unbekannt sind.

4. Dieser Roggen ist nicht eine Getreideart, welche früher im südwestlichen Asien angebaut, später aber durch andere Getreidearten verdrängt wurde, wie es einige Reisende geglaubt. Er ist vielmehr ein typisches Unkraut, wie Centaurea cyanus, Agrostemma githago, Lolium temulentum, Camelina linicola, Spergula maxima, welche auch nur als Unkräuter bekannt sind, und von denen die letzteren zwei auch angebaut werden.

5. In nördlicheren Gegenden und im Gebirge wurde aus dem Unkraut eine Kulturpflanze, welche zuerst im Gemenge mit Weizen und Gerste oder auch anderen Pflanzen (z. B. noch jetzt in Schugnan, Zentralasien) angebaut wurde. Später erst begann die Reinkultur des Roggens.

6. Die Stammpflanze des kultivierten Roggens ist also aller Wahrscheinlichkeit der in Südwestasien als Unkraut wachsende Roggen.

7. Der Ursprung des Roggenbaus liegt also im südwestlichen Asien, wo der Roggen als Unkraut der Weizen- und Gerstenfelder weit verbreitet ist und wo es endemische Roggenformen gibt. Die Gegenden westlich vom Puma (Schugnan, Roschan), das türkische Armenien und einige Gegenden von Kleinasien sind wohl als Heimat der Roggenkultur anzusehen.

8. Der Anbau von Roggen hat viel später begonnen als der des Weizens und der Gerste, da der Rogen ja schon vordem als Unkraut in den Kulturen dieser Getreidearten verbreitet war. Auch historische und archäologische Gründe sprechen für diese Annahme.

Die Arbeit von Robert Regel über den Ursprung der Gerste bildet gleichsam eine Ergänzung und Fortsetzung der Vavilowschen Schrift. Der Verf. spricht sich für einen gleichsam polyphyletischen Ursprung der kultivierten Gerstenformen aus und faßt seine Untersuchungen folgendermaßen zusammen.

Sechszeilige Gerstenformen kommen auch jetzt noch sporadisch nicht als Unkraut inmitten der Bestände der wilden zweizeiligen vor, wie z. B. im Leukoranschen Kreise in Transkaukasien. Einige von den jetzt angebauten Gerstenrassen (Hordeum hiberneum, Hordeum hibernaculum) stellen nichts anderes als kultivierte, ursprünglich wilde, Gerstenrassen dar.

Die angebaute zweizeilige Gerste (vor allem die Formen var. nutans und var. nigricans), desgleichen auch einige Formen der angebauten sechszeiligen (var. nigrum) sind Kreuzungsprodukte zwischen der wilden zweizeiligen Gerste und der wilden sechszeiligen (var. pallidum), wobei infolge der jahrtausende alten Kultur, die heterozygoten Formen, wie z. B. die mit brüchiger Ährenspindel, ausgemerzt wurden, so daß sich die heute angebauten Gerstenarten als reine konstante (homozygote) Arten erweisen.

Die wilde in Kleinasien, Zentralasien bis nach Arabien hinein verbreitete zweizeilige Gerste, aus mehreren Rassen bestehend (Hordeum korshiuskianum, H. leucoremicum), unterscheidet sich von den angebauten Formen vor allem durch die Brüchigkeit der Ährenspindel, und steht diesen viel näher als der wilde Roggen dem kultivierten. Diese Brüchigkeit der zweizeiligen Gerste verschwand nach Regel infolge der Kreuzung mit wilden sechszeiligen Gerstenrassen, welche eine feste Ährenspindel besitzen. Diese Behauptung muß noch experimentell geprüft werden. Ein anderes Merkmal ist die Winterhärte der wilden zweizeiligen Gerstenrassen, während die kultivierten zweizeiligen Gersten bekanntlich nur als Sommergetreide gebaut werden können. In dieser Hinsicht läßt sich der Übergang von den wilden zu den kultivierten Formen nach Regels Annahme durch progressive Mutation erklären, wobei eine neue Eigenschaft, nämlich die Fähigkeit, den Lebenszyklus im Laufe eines Sommers zu vollenden, erworben wurde. Vielleicht stammt aber diese Eigenschaft von wilden noch nicht näher bekannten Sommerformen der zweizeiligen Gerste her, welche aber, laut neueren Funden in Zentralasien (Pamir), in Persien und Transkaukasien wachsen sollen.

Ungeklärt ist vorläufig noch die Frage über die Herkunft mancher anderer kultivierter Gerstenformen, wie z. B. von var. parallelum, coeleste, trifurcatum, macrolepis, [1]) nudum u. a. Möglicherweise sind sie durch Mutation aus den Formen nutans, nigricans, pallidum und nigrum entstanden. Die nackten Gerstenformen, welche ganz isoliert dastehen, haben vielleicht besondere, vorläufig unbekannte, Stammformen.

Wir sehen also, daß Robert Regel einen polyphyletischen Ursprung der verschiedenen angebauten Gerstenrassen annimmt, wobei eine große Rolle die Kreuzung zwischen zweizeiligen und sechszeiligen Formen spielt, durch welche er den Verlust der Brüchigkeit der Ährenspindel bei den kultivierten Gersten zu erklären versucht. Die bis dahin noch ungeklärte Frage des Übergangs vom Wintergetreide zum Sommergetreide behandelt eine zweite, 1921 erschienene Arbeit von Vavilow und Kusnetzowa betitelt: Über die Genesis der Sommer- und Wintergetreide, Berichte der landwirtschaftlichen Fakulät der Universität Saratow, Heft 1, 1921. Russisch mit englischem Resumé. Die Verff. kreuzten den

[1]) Siehe hingegen die Untersuchungen von E. Schiemann, Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre XXVII, 1921 (Genetische Studien an Gerste, II), laut welchen die natürlichen Macrolepisformen einen hybriden Ursprung haben.

Winterweizen Triticum compactum var. Wernerianum mit dem Sommerweizen, Triticum vulgare var. lutescens und erhielten in der F_3-Generation unter 500 Pflanzen 234 konstante Sommerformen und 266 (also ca. 50 %) mendelnde. Daraus, sowie auch aus anderen Kulturversuchen folgern sie, daß die Sommerform über die Winterhärte dominiere, letzteres Merkmal also rezessiv ist. Es können daher Wintergetreide durch Kreuzung zwischen zwei Sommergetreidearten entstehen. Aber auch umgekehrt können Sommerformen durch Kreuzung zwischen Winterformen erhalten werden. Die Behauptung ist daher falsch, daß die Wintergetreidearten älter als die Sommergetreidearten sind, dies sei nur ein vereinzelter Fall, aber nicht allgemein. Alle krautigen zweijährigen Winterformen besitzen auch entsprechende Sommerformen, mit welchen sie Bastarde bilden können. Der Mensch hat nur unbewußt die ihm für die Kultur passenden Rassen ausgewählt, er hat es nicht vermocht die konstante Winterform in eine konstante Sommerform überzuführen.

Dies ist der Gedankengang der beiden Verff., deren Untersuchungen ein neues Licht auf den Ursprung der Sommergetreide werfen, sie können uns auch den von Robert Regel gesuchten Übergang von den wilden Gerstenformen zu den kultivierten Sommerformen erklären. Sie sind aber auch wichtig in ökologischer und pflanzensoziologischer Hinsicht.

Ich hoffe, daß die etwas ausführlichere Referierung der genannten drei russischen Arbeiten, welche jetzt sehr schwer erhältlich sind, Interesse erregen wird. Sie geben uns nämlich neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Frage des Ursprunges der Getreidearten, sie zeigen uns, daß sogar solche Eigenschaften, wie die der Sommer- und Wintergetreide, durch die Analyse der Nachkommenschaft geprüft werden können, sie zeigen aber auch, wie wichtig die Untersuchung der zahlreichen, noch wenig bekannten Getreideformen Vorder- und Zentralasiens ist, wo aller Wahrscheinlichkeit die Urheimat vieler unserer Kulturpflanzen liegt. C. Regel.

Der dünnste Faden sichtbar gemacht.

(Mit 3 Abbildungen.)

Wieder eine Großtat in der Welt des Kleinen. Wir verdanken sie dem berühmten holländischen Physiologen und Erfinder des Saitengalvanometers, Prof. W. Einthoven in Leiden.[1]) Das letztere, für Naturwissenschaft und Heilkunde gleich wichtige Instrument sowie eine ganze Reihe neu erfundener und verbesserter Apparate sind auf die Benutzung mikroskopisch dünner Fäden angewiesen. Es ist daher sehr wesentlich, zu wissen, wie weit ihr Durchmesser verringert werden darf, bis sie für das mikroskopisch sehende Auge oder für die noch empfindlichere photographische Platte unsichtbar werden. Man wird fragen: „gibt es denn überhaupt so dünne Fäden und woraus bestehen sie?“ Am besten eignen sich solche aus unserm häufigsten Mineral, dem Quarz, hergestellte: sie kann man noch in einer Stärke von $^1/_{1000}$ mm mit bloßem Auge sehen, wenn man hellfarbige vor einem dunklen Hintergrund aufspannt und diesen durch eine Reihe Glühlampen mit weißem Reflektor bestrahlt. Oder noch besser, wenn man dunkle Fäden gegen einen hellen Hintergrund, z. B. eine matte Fensterscheibe,

Abb. 1 A.

Abb. 1 B.

Ein Quarzfaden von $^2/_{10\,000}$ mm Durchmesser bei 1800facher Vergrößerung photographiert: Abb. 1 A bei voller Blendenöffnung des Objektivs von 0,95, Abb. 1 B bei Verengerung auf 0,18.

Abb. 2.

Faden, dessen Durchmesser auf höchstens $^1/_{100\,000}$ mm geschätzt wird.

Abb. 3 A.

Abb. 3 B.

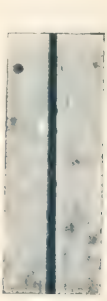


Abb. 3 C.

Derselbe Faden von $^4/_{10000}$ mm Durchmesser bei 1800facher Vergrößerung und Objektivblendenöffnung 0,95 photographiert: Abb. 3 A bei Beleuchtungsblendenöffnung 0,95, Abb. 3 B bei Verengerung auf 0,12, Abb. 3 C bei Verengerung auf 0,05.

bei sonst verdunkelter Tagesbeleuchtung, frei im Rahmen aufspannt. So konnten durch fünf Beobachter noch in 6—10 m Entfernung bei einem Gesichtswinkel von 2,1—3,2 Bogensekunden $^1/_{10\,000}$ mm dünne Drähte erkannt werden. Dieser Versuch zeigt zugleich, wie außerordentlich überlegen der tagesbeleuchtete Faden in seiner Sichtbarkeit für unsere Augen den Lichtpunkten, z. B. Sternen des Nachthimmels, ist. Denn nach Versuchen des Astronomen Hooke konnte von 100 Menschen nur einer zwei Sterne dann noch voneinander unterscheiden, wenn ihr gegenseitiger scheinbarer Abstand 60 Bogensekunden betrug.

[1]) Pflügers Archiv Bd. 191, 1921, S. 60—98. W. Einhoven, Über Beobachtung und Abbildung dünner Fäden.

Bergmann fand für das Unterscheiden benachbarter Lichtpunkte mit bloßem Auge einen Gesichtswinkel von 51,6, Tob. Mayer einen solchen von 94, Einthoven dagegen, wie gesagt, für den Abstand der beiden Ränder einer den Sehhintergrund durchschneidenden Fadenlinie nur einen Winkel von 2—3 Bogensekunden.

Um ganz dünne Fäden zu sehen, zu photographieren und zu messen, benutzt man das Ultramikroskop, bei dem durch ein zweckmäßig angebrachtes Linsensystem die Strahlen einer starken elektrischen Lichtquelle auf den Faden vereinigt werden. In sein Spezialmikroskop mit langem Tubus schob Einthoven eine kleine Kupferröhre von oben durch die Öffnung des sehr starken Zeißschen Objektivs. Diese Röhre hatte einen Boden mit einem kleinen Loch in der Mitte als Blende für die angrenzende Linse, deren Lichtdurchlaß also dadurch verkleinert wurde. Zum Messen diente ein Meßokular mit einer so gewählten Gradeinteilung, daß jeder Grad $^1/_{1000}$ mm Fadendurchmesser bedeutete. Beleuchtet wurde der zu untersuchende, völlig frei aufgespannte Faden in seiner ganzen Länge elektrisch, parallell zu dem verengerungsfähigen Schlitz einer Blende. Was die Quarzfäden selbst betrifft, so lassen sie sich nach Einthovens Behandlungsweise schießen oder blasen, befestigen, übernehmen, unter das Mikroskop bringen und noch weiter elektrisch aufspalten und verdünnen. Man kann sie dann mikroskopisch mühelos betrachten und so gut vergleichen, daß man z. B. einen Faden von $^2/_{10\,000}$ mm Stärke ganz deutlich von einem mit $^4/_{10\,000}$ mm unterscheidet. Bei der mikroskopischen Betrachtung zeigte sich noch erstaunlicher als bei der mit unbewaffnetem Auge die Überlegenheit des Fadens gegenüber dem kleinsten Punktkörper. Während für den letzteren Siedentopf und Zsigmondy 4—7 millionstel mm Durchmesser berechneten, fand Einthoven, „daß jeder existierbare Faden, wie dünn er auch sein mag, ultramikroskopisch sichtbar gemacht werden kann". „Nimmt man an", so faßt der Gelehrte sein Ergebnis zusammen, „daß bei gleichbleibender Bestrahlung eines Fadens die Menge des durch ihn zurückgeworfenen Lichtes proportional seinem Durchmesser zu- und abnimmt, so wird der Durchmesser des dünnsten sichtbaren Fadens auf $0{,}2 \times 10^{-6}$ millionstel mm berechnet. Zur Vergleichung diene, daß der Durchmesser eines Wasserstoffmoleküls ungefähr eine Million mal größer ist". Also der dünnste Faden darf noch eine Million mal dünner sein für die Sichtbarkeit als ein Staubteilchen!

Das sind die nach verschiedenen Methoden übereinstimmend errechneten idealen Grenzwerte. Wie steht es nun um die praktische Wirklichkeit? Einthoven versuchte zunächst einen Quarzfaden von $^2/_{10\,000}$ mm Durchmesser bei 1800facher Vergrößerung mit voller Blendenöffnung von 0,95 zu photographieren. Das ist ihm, wie man auf Abb. 1 A sieht, ausgezeichnet gelungen: man kann alle kleinen Unebenheiten der Fadenfläche scharf erkennen. Es wurde zur Aufnahme die allgemein übliche Trockenplatte und photographische Papiersorte benützt, bei der Entwicklung und Fixierung der Negative weder Verstärkungs- noch Abschwächungsmittel angewandt. Die Abb. 1 B ist bei der kleinen Blendenöffnung von 0,18, sonst unter gleichen Umständen gewonnen: man sieht, daß die Ränder dieses viel breiteren, lange nicht so kontrastreichen und scharfen Bildes undeutlich und die kleineren Unebenheiten verschwunden sind. Die eigentümlichen Wülste sind keine Verdickungen des Fadens selbst, sondern sie sind bei der Aufnahme dadurch entstanden, daß kleine, sich an den beiden Fadenrändern zufällig gegenüberstehende Unebenheiten, durch Lichtbeugung verbreitert, sich im Bilde übereinander geschoben haben. Abb. 2 stellt Einthovens und wohl die überhaupt bis jetzt erreichte höchste Leistung dar. Es ist ihm gelungen, einen Quarzfaden von etwa $^4/_{100\,000}$ mm Durchmesser herzustellen, im Mikroskop zu befestigen und unter Benützung eines apochromatischen Objektivs mit voller Öffnung 0,95 bei 1800facher Vergrößerung zu photographieren. Das Bild ist nicht so scharf wie das des $^2/_{10\,000}$ mm dünnen Fadens, aber man kann selbst hier noch die kleinen Unebenheiten eines früher überhaupt nicht für möglich gehaltenen Fadengebildes deutlich erkennen.

Die auf den Bildern zutage tretende jeweilige Dicke des Fadendurchmessers stimmt übrigens nicht ganz mit der Wirklichkeit überein. Denn es kommt ganz darauf an, ob für eine bestimmte Aufnahme aus technischen Gründen neben der schon besprochenen verschieden großen Objektivblendenöffnung eine größere oder kleinere Beleuchtungsblende gewählt werden muß. Außerdem kann man sich leicht vorstellen, wie sehr die geringste Erschütterung während der Aufnahme eines so fabelhaft dünnen Gebildes seinen Durchmesser um das Vielfache vergrößern muß. Aber gerade aus diesem Umstand geht andererseits klar und deutlich hervor, daß die hier abgebildeten und nachgemessenen Fadendurchmesser beim Objekt selbst nicht größer, sondern eher kleiner, unter Umständen viel kleiner als $^2/_{10\,000}$ bzw. $^4/_{100\,000}$ mm sein müssen.

Wie sehr es bei der Aufnahme auf die größere oder kleinere Blendenöffnung für die Lichtquelle ankommt, sehen wir an Abb. 3. Derselbe ziemlich glatte Faden von $^4/_{10\,000}$ mm Durchmesser, bei 1800facher Vergrößerung und voller Objektiv-Blendenöffnung photographiert, zeigt links das aus Abb. 1 A und 2 bekannte Bild ohne die besagten Lichtbeugungsverschwommenheiten. Diese sind bei Abb. 3 A und C nicht ganz vermieden, aber da bei dem mittleren Bild der Beleuchtungsschlitz auf 0,12 verengert wurde, treten sie nun in ganz anderer Weise zutage als bei Abb. 1 B. Man sieht: der Faden ist wie in der Mitte gespalten, rechts und links begrenzen ihm helle Streifen. Auf Abb. 3 C, hergestellt bei 0,05 Lichtblende,

ist diese Begrenzung durch weiße Streifen noch schärfer, ja auf diesem Bilde sieht man links noch dreifache, rechts gar vierfache, völlig gesonderte, wellenförmige Beugungslinien, die das von dem dünnen Faden zurückgeworfene Licht vermöge dessen starker Zusammenfassung erzeugt hat. War doch schon bei der voll und breit beleuchteten Aufnahme des Bildes 3 A, die bei Bogenlichtbestrahlung auf eine wenig empfindliche Platte stattfand, bei einer Beleuchtungsdauer von $^1/_{10}$ Sekunde der Faden 3 240 000 mal stärker belichtet als die dunkle Platte. Kein Wunder, daß Einthoven selbst noch bei $^1/_{100}$ Sekunde Beleuchtungsdauer auf dieser selben gewöhnlichen Plattenart befriedigende Aufnahmen erzielte. Der Gelehrte zweifelt aber nicht, daß man bei Gebrauch von besonders empfindlichen Platten die Beleuchtungszeit wesentlich kürzen kann und dadurch noch bessere Aufnahmen erhalten wird.

Hermann Radestock.

Prüftafel für Fernrohre.

Während bisher die Prüfung von Fernrohren gewöhnlich an geeigneten Himmelsobjekten, namentlich Doppelsternen, direkt vorgenommen wurde, hat jüngst W. Volkmann eine sehr brauchbare Prüftafel gezeichnet, die es gestattet, Fernrohrprüfungen jederzeit auch im Zimmer und bei bequemer Lage des Beobachters auszuführen. Auf einem Diapositiv von 6×8 cm sind hell auf dunklem Grund die verschiedensten Himmelsobjekte (Planeten und Doppelsterne) sowie einige Maßstäbe in solcher Größe dargestellt, daß sie aus 20 m Abstand genau in der richtigen scheinbaren Größe gesehen werden. Erleuchtet man diese Platte von der Rückseite, am besten unter Benutzung einer Mattscheibe, und stellt sie aus 20 m Entfernung im Fernrohr scharf ein, so kann man feststellen, ob das Fernrohr imstande sein wird, beispielsweise die Venusphasen, Saturnringe und Jupitermonde zu zeigen und Doppelsterne der verschiedenen Distanzen aufzulösen. Strahlenförmig nach 8 verschiedenen Richtungen eingetragene Parallelenpaare von 20″ Abstand lassen auch eine Prüfung sowohl des Fernrohrs wie des Auges in bezug auf Astigmatismus ausführen. Durch Abblendung des Fernrohrobjektivs auf kleinere Öffnungen läßt sich ein Urteil darüber gewinnen, ob die Randstrahlen gleiche Brennweite haben wie die zentralen oder nicht, in welch letzterem Falle die Bildchen nach Abblendung schärfer erscheinen. In der Schule eignet sich die Prüfplatte auch sehr gut dazu, den Schülern im Vormittagsunterricht einen Begriff von der Feinheit astronomischer Messungen zu geben und sie auf das, was man ihnen am Abend mit den gegebenen Hilfsmitteln in natura zeigen kann, zweckmäßig vorzubereiten. Für Schulen, denen ein Raum von 20 m Länge nicht zur Verfügung steht, wird die Tafel auch für Abstände von 10 m bzw. 5 m hergestellt. Sie ist zu beziehen von der Firma Leppin und Masche in Berlin SO, Engelufer. F. Kbr.

Über die Beziehungen der Spiralnebel zu der Milchstraße

stellt Sanford in Lick Observatory Bulletin Nr. 297 eingehende Betrachtungen an. Das reichhaltige, teils mit dem Fernrohr durch direkte Beobachtung, teils durch Aufnahmen mit sehr verschiedenen Instrumenten erhaltene Material zeigt zunächst sogleich, daß diese Art Nebel, deren es nach Keelers Schätzungen mehrere Hunderttausend gibt, sich an den Polen der Milchstraße häufig finden und daß ihre Dichtigkeit nach der Milchstraße hin langsam nachläßt, hier aber plötzlich ganz aufhört. Aber auch zu beiden Seiten der Milchstraße ist die Verteilung unsymmetrisch, es gibt da Stellen von ausnahmsweise starker Anhäufung, auch eine am Rande der Milchstraße, so daß deren Verhalten in starken Instrumenten mit langen Belichtungen studiert wurde. Ferner läßt sich zeigen, daß die Nebel nördlich der Milchstraße etwas dichter liegen als südlich davon. Es scheint sich hier aber eine Art Absorption geltend zu machen, die manche Ausnahmen des Auftretens uns vortäuscht. Ferner tritt ein Zusammenhang zwischen der Verteilung der Nebel und ihrer Helligkeit einerseits und ihrer Größe andererseits hervor. Hier sind auch die sog. Spindelnebel mit einzurechnen, die offenbar nichts anderes sind als Spiralnebel, mehr oder weniger von der Seite gesehen, bisweilen ganz von der Kante, als ein sich in der Mitte verdickender Strich. Jedenfalls ist sicher, daß die größere durchschnittliche Helligkeit weiter draußen außer der Milchstraße liegt, während die ihr zunächst liegenden meist die an Ausdehnung größeren sind. Die Tatsache, daß diese Nebel riesige Bewegungen bis zu 1800 km in der Sekunde zeigen, und zwar fast stets von der Sonne fortgerichtet, ist unerklärbar, vielleicht ist die Deutung der Linienverschiebung in diesem Falle falsch. Nach dem Spektrum handelt es sich um Sternhaufen, die soweit entfernt sind, daß man sie eben als Nebel auffaßt, sie müssen also demnach ungeheuer weit entfernt sein, so daß man meint, daß diese Nebel unserer Milchstraße gleichgeordnete, von ihr unabhängige Systeme sind. Die merkwürdige Verteilung in bezug auf die Milchstraße soll sich dadurch erklären lassen, daß hier dunkle Massen vorgelagert sind, die ebenso die dunklen Stellen der Milchstraße bewirken, wie diese Nebel hier abblenden. Da doch aber die Gasnebel in der Milchstraße vorkommen, so ist diese Erklärung unvollständig, falls man nicht das Band der dunklen Nebel hinter der Milchstraße annehmen will. Vielleicht sind also die weißen Nebel ganz gleichmäßig über den Himmel verteilt, und es sind nur äußere Gründe, die uns ihre scheinbare Verteilung vortäuschen. Hier liegt also noch viel Rätselhaftes vor. Riem.

Bücherbesprechungen.

Goldschmidt, R., Ascaris. Eine Einführung in die Wissenschaft vom Leben für Jedermann. 296 S. mit 163 Abb. Leipzig 1922, Theod. Thomas. Geh. 66 M., geb. 78 M.

Wenn ein Forscher von anerkanntem Rufe sich entschließt, ein populäres Werk zu verfassen, so tritt man mit großen Erwartungen an dasselbe heran; das gilt auch für das Goldschmidtsche Werk. „Der Gedanke des Verf.s war, eine gemeinverständliche Biologie zu schreiben, die möglichst viele Tatsachen und Probleme der gesamten Wissenschaft vom Leben auf engem Raume in lesbarer Form vereinigte" (S. 6). Diesen Gedanken so zu verwirklichen, daß die Biologie eines bestimmten Tieres als Grundlage verwendet wird, ist schon wiederholt versucht worden, am trefflichsten vielleicht in Huxleys klassischer Schilderung des Flußkrebses. Wenn hier der Lebensgang eines wohlbekannten Parasiten, des Spulwurmes, als roter Faden für ein umfängliches Buch gewählt wurde, so überrascht das etwas. Und das Überraschungsmoment, die geistreiche Verknüpfung oft dem Laien selbstverständlich erscheinender Dinge mit weit schauenden Problemen und scheinbar ganz fernliegenden Tatsachen, ist es auch, welches einem großen Teile des Buches den Charakter verleiht und es zu einer anregenden Lektüre gestaltet. Form, Farbe, Anpassung — Leben und Zweckmäßigkeit — Haut, Atmung — Lymphe, Muskeln, Bewegung — Nerven und Sinnesorgane — Gehör und Gleichgewichtsorgan, das zentrale Nervensystem — Erwerb der Nahrung — Verdauung, Stoffwechsel, Ausscheidung — Geschlecht, Fortpflanzung, Befruchtung — Kern, Chromosomen, Geschlechtsbestimmung — Mendelsche Gesetze und Vererbungslehre — Entwicklungsgeschichte. Das ist die Fülle der Fragen, welche in mehr oder minder lockerem Zusammenhange mit der Titelfigur in den einzelnen Kapiteln behandelt werden. In leichtem, manchmal etwas zu glattem Plaudertone werden die Grundprobleme einer großen Wissenschaft gestreift. Persönliche Erlebnisse sind überall in Fülle eingestreut, namentlich solche aus den Tropen und aus Amerika, wo das Werk zum Teil während der Kriegsjahre entstand. Die Behandlung des Stoffes ist nicht ganz gleichmäßig. Geradezu vorbildlich ist die Darstellung der Fragen, welche sich um das Vererbungsproblem gruppieren (Abschnitt 9—11); es ist nicht zu bezweifeln, daß es hier gelang, ein verwickeltes Netz von Tatsachen klar und anregend, auch dem Laien überzeugend, zu entfalten. Dem engen Raum und wohl auch dem Zwecke des Buches entsprechend, sind die allgemein biologischen und physiologischen Abschnitte weniger ausführlich gehalten, und hier ist auch mancherlei in den Einzelheiten etwas weniger geglückt. Die Darstellung der Bierbereitung (S. 17) konnte vermieden werden; daß im Korallenriff kein erbitterter Kampf ums Dasein herrscht (S. 49) wird sicher nicht allgemein angenommen werden; vom Nervensystem einer Qualle (S. 143) und von der Ernährung des Seesternes (S. 160) bekommt der Leser leicht ein schiefes Bild. Hier und mancherorts sonst noch dürfte eine Überarbeitung, auch in stilistischer Beziehung, angebracht sein, ebenso wie die Ersetzung einiger Abbildungen (z. B. 1, 34b, 35, 71, 89b) sehr wünschenswert wäre. Unverständlich ist es, daß sich im Schlußabschnitte bei der Behandlung des Entwicklungskreises von Parasiten Verf. den Hinweis auf die ganz merkwürdigen Wanderungen des jungen Spulwurmes vor seiner Ansiedelung im Darme entgehen ließ. Möge das baldige Erscheinen einer Neuauflage Gelegenheit bieten, die vorhandenen Schönheitsfehler zu beseitigen und das Ganze auf den Stand der Vererbungskapitel zu bringen. „Dies Buch will sich an jeden wenden, der lesen kann, an den bildungsbedürftigen Bürger und Arbeiter und nicht zuletzt auch an die Jugend" (S. 6). Zusammenfassend darf man wohl sagen, daß die Lösung dieser Aufgabe in erheblichem Umfange geglückt ist und daß insbesondere für die Jugend das Buch eine reiche Quelle der Anregung sein wird.

H. Prell (Tübingen).

Klaus, A., Atome, Elektronen, Quanten. Die Entwicklung der Molekularphysik in elementarer Darstellung. 100 S. mit 7 Fig. im Text. Berlin 1921, Winckelmann u. Söhne. Geh. 15 M.

Bavink, B., Grundriß der neueren Atomistik. Mit einem Anhang: Elementare Ableitung einiger wichtiger mathematischer Formulierungen. 130 S. mit 41 Abb. Leipzig 1922, S. Hirzel. Geh. 25 M.

Die beiden vorliegenden Bändchen verfolgen im wesentlichen den gleichen Zweck. Sie wollen weiteren Kreisen eine volkstümliche Darstellung der Entwicklung der Molekularphysik geben, indem sie mit möglichster Vollständigkeit alle Erscheinungsgebiete einer kurzen Betrachtung unterwerfen, welche auf die molekulare bzw. atomistische Unterteilung der Materie, der Elektrizität und der Energie hinweisen. Die große Summe hierhergehöriger Einzelkenntnisse wird in beiden Fällen mit Geschick und Sorgfalt zusammengestellt, so daß der Leser volles Verständnis gewinnen kann für die große Bedeutung, welche die durch die gesamte Erfahrung fest begründete atomistische Auffassung für die Erkenntnis der physikalischen Erscheinungswelt besitzt.

Während die erstgenannte Schrift den gewaltigen Stoff in kurzen Zügen mehr andeutungsweise anführt, geht die zweite auf einzelne wichtigere Punkte etwas ausführlicher ein. Sie hebt besonders die neuesten Forschungsergebnisse über den Aufbau der Atome hervor, wie sie

einerseits in der Bohrschen Theorie niedergelegt und andererseits aus der Hochfrequenzstrahl- und Kanalstrahlenanalyse der Materie gewonnen worden sind. Bei Lesern ohne ausreichende Grundlagen könnten diese weitführenden Darlegungen allerdings auf Schwierigkeiten stoßen. In der Hand des Lehrers würden aber wohl beide Bändchen, wie es die Verff. offenbar erstreben, auch dem fortgeschrittenen Schüler zugute kommen können.

A. Becker.

Timerding, H. E., Die Fallgesetze. Mathematisch-Physikalische Bibliothek Band 5. Zweite Auflage. 51 S. mit 25 Fig. im Text und einem Bildnis Galileis. Leipzig u. Berlin 1921, B. G. Teubner.

Es liegt hier eine anspruchslose und doch inhaltsreiche und mit großer Sorgfalt und Vollständigkeit behandelte elementare Darstellung der Fallgesetze vor, die infolge ihrer Betonung der geschichtlichen Entwicklung manches zu sagen weiß, was sich selten in größeren Lehrbüchern findet. Lehrende und Lernende seien daher angelegentlich auf das Bändchen hingewiesen.

A. Becker.

Meth, Paul, Theorie der Planetenbewegung. Zweite umgearbeitete Auflage. Mit 14 Fig. 54 S. Mathem.-physikal. Bibliothek Nr. 8. Leipzig u. Berlin 1921, Teubner. Kart. 5 M.

Die Schrift leitet das Newtonsche Gesetz nicht in der üblichen Weise aus den Bewegungsgleichungen ab, sondern bedient sich der Methode des Hamiltonschen Hodographen, die einleitend auseinander gesetzt wird. Auf dieser Grundlage werden dann die Keplerschen Gesetze abgeleitet, ihre Bedeutung erörtert und an Beispielen veranschaulicht. Aus den Keplerschen Gesetzen wird dann das Newtonsche Gesetz abgeleitet, seine Gültigkeit und Anwendungen besprochen. Es wird gezeigt, wie die Massen der Planeten und Monde aus dem dritten Gesetz folgen, was der Satz von der Erhaltung des Schwerpunktes bedeutet, und wie auch unter gewissen Umständen die Massen von Doppelsternen erhalten werden können. Den Schluß bilden kurze Betrachtungen von allgemeinem Wert, über die Erhaltung der Energie bei der Planetenbewegung, wobei die Bahnform in Beziehung tritt zur Summe der kinetischen und potentiellen Energie, und über das wesentlichste des Dreikörperproblems, das die Planetenstörungen und die Stabilität des Sonnensystems betrifft. Wer nicht die umfangreichen Lehrbücher über dies Gebiet benutzen will, findet in dem kleinen Buche alles Wesentliche in klarer und leicht verständlicher Weise dargelegt.

Riem.

Gramberg, E., Pilze der Heimat. 2 Bände mit 116 farbigen und 20 schwarzen Tafeln. Leipzig 1921, Quelle und Meyer. 108 M.

Die dritte Auflage des ausgezeichneten Pilzatlasses von Gramberg unterscheidet sich von den früheren, abgesehen von kleinen Textverbesserungen und -vermehrungen, hauptsächlich durch die Einfügung von Schwarzbildern nach Photographien, die eine Anzahl von Pilzen in ihrer natürlichen Umgebung darstellen. Sie reihen sich den bekannten durchweg vorzüglichen Tafeln würdig an. Jeder dargestellten Pilzart ist eine ausführliche Beschreibung gewidmet, die zweckmäßigerweise unmittelbar neben dem farbigen Bilde steht. In diesen Textstücken ist neben der Verwendungsmöglichkeit auch auf ähnliche und verwandte Pilze hingewiesen. Ein allgemeiner Teil gibt eine verständige Übersicht über die Lebensweise, Physiologie und Morphologie der Pilze sowie Winke über ihre wirtschaftliche Verwendung. Vielleicht überlegt sich der Verf., ob er in einer neuen Auflage die Sexualitätsfrage nicht entweder ganz unerörtert läßt, oder aber, natürlich mit tunlicher Berücksichtigung des verfügbaren Raumes, etwas ausführlicher behandelt. Die jetzt auf S. 72 des 2. Bandes stehende kurze Bemerkung, daß bei den Basidiomyzeten keine Sexualität, unter den Askomyzeten eine solche „nur bei den niederen" vorkomme, würde nicht ganz dem Stande unserer Kenntnisse entsprechen.

Miehe.

Anregungen und Antworten.

Das Rätsel der Handstrahlen. In Nr. 17 (S. 238) dieser Zeitschrift finde ich in einer Besprechung meiner Schrift unter obigem Titel (sie erscheint eben in verbesserter und erweiterter Auflage) die Bemerkung des Herrn Referenten, man habe beim siderischen Pendel wohl auch mit diesen Pulsstößen zu rechnen. Eine erschöpfende Behandlung dieser Frage bietet meine seit zwei Jahren vorliegende Schrift: „Die Wünschelrute, das siderische Pendel und der dynamische Kreis" (Verlag von Johannes Baum, Pfullingen in Württ.).

Die vom Herrn Referenten mehrfach beobachtete Auslöschung einer Flamme durch die entgegengehaltenen Fingerspitzen findet eine einfache Erklärung auf der gleichen Grundlage.

Diese Flamme ist ein, leicht in Schwingung bzw. Pulsation zu versetzender, brennender Gaswirbel. Ist der Pulsschlag in der genäherten Fingerspitze ein zur Flamme harmonischer, dann gerät sie ins Zittern und sie erlischt bei absoluter Konkordanz beider.

Am besten gelingt der Versuch, wenn in die Gasleitung eine größere Flasche eingeschaltet wird, die als Druckausgleicher dient; ich bediente mich einer 5 Liter haltenden Wulffschen Flasche.

Die Flamme muß aus einem aufgesetzten Röhrchen (oder Brenner) von Speckstein, Metall — weniger gut von Glas von $^3/_4$—2 mm Lumenbrenner und mittelst eines in die Leitung eingeschalteten Schraubenquetschhahns fein reguliert werden. Je nach der Öffnung und dem Drucke — also stets variabelen Verhältnisen — ist eine Höhe der Flamme von 3—8 mm angezeigt. Um den Einfluß des Herzstoßes und des Arterienpulses auszuschließen, ist eine Wand von Glas oder

Pappe zwischen dem Körper des Experimentators und der Flamme einzuschalten.

Daß keinerlei unbekannte „geheimnisvolle" Handstrahlen mitsprechen, läßt sich leicht dartun. Der Versuch gelingt auch, wenn Metronomschläge mittels einer Holzstange der Flamme genähert werden, oder die Schwingungen einer tiefen Baßsaite (auf einem Monochord) der Flamme durch einen Holzstab zugeführt werden. Die Versuche lassen sich mit den Mitteln einer Schulsammlung vielfach modifizieren und recht amüsant gestalten.

Das Anschlagen einer Stimmgabel im gleichen Raume, das Rasseln mit Schlüsseln bringt die Flamme, wenn dazu gestimmt, zum Erlöschen: das bekannte Experiment der sensibelen Flammen.

Es ist zu bedauern, daß in den mit okkulten Fragen sich beschäftigenden Kreisen der physikalischen Experimentierkunst zu wenig Beachtung geschenkt wird; es würden sonst eine ganze Menge irriger Vorstellungen bald zum Aussterben gebracht werden und die freiwerdenden Kräfte zum Erforschen der noch verbleibenden zahlreichen, vorläufig noch rein okkulten, Tatsachen Verwendung finden.

(Man vergleiche auch meinen Aufsatz über angebliche photographische Strahlen in den Psych. Studien [Verlag Mutze, Leipzig], der im Junihefte erscheinen soll.)

Alb. Hofmann.

Preußische Biologische Anstalt auf Helgoland. Im Sommer 1922 muß das bisher abgehaltene fünfwöchige meeresbiologische Praktikum der Biologischen Anstalt leider wegen vorübergehenden Raummangels ausfallen; dagegen soll im Anschluß an den von Prof. Prell und Dr. Alverdes angekündigten zweiwöchigen Kurs ein botanisches Praktikum der Biologischen Anstalt stattfinden und zwar voraussichtlich vom 4. September ab. Dasselbe dauert mindestens eine Woche. Wer Zeit und Geld hat kann noch eine weitere Woche arbeiten. Auf besondere Wünsche wird Rücksicht genommen. Die Leitung liegt in den Händen von Geheimrat Prof. Dr. Oltmanns-Freiburg und Dr. Nienburg-Helgoland. Behandelt wird die Morphologie und Ökologie der Meeresalgen. Die Teilnehmer haben den Nachweis zu erbringen, daß sie an einer Universität mindestens ein Semester im großen zoologischen oder botanischen Praktikum gearbeitet haben. Für Platzgebühr und besondere Unkosten werden von jedem Teilnehmer 30 Mark erhoben. Anmeldungen zu diesem Praktikum sind bis spätestens 15. Juli an die unterzeichnete Stelle zu richten, die weitere Auskunft erteilt. Ein Mikroskop ist mitzubringen.

Die Direktion der Biologischen Anstalt.

Das 200000. Mikroskop. Um der Zusammenarbeit und der Anerkennung der Verdienste der Wissenschaft um die Technik sichtbaren Ausdruck zu geben, hat die Firma E. Leitz, einem seit Jahrzehnten geübten schönen Brauche folgend, die Fertigstellung ihres 200000. Mikroskops in würdiger Weise dadurch gefeiert, daß sie dieses Jubiläums-Instrument einen hervorragenden Vertreter der Wissenschaft, dem um die wissenschaftliche Mikroskopie hochverdienten Forscher Prof. Martin Heidenhain, Direktor des Anatomischen Instituts an der Universität Tübingen, als Ehrengabe zugeeignet hat. Das Instrument, einer Reihe gleicher Instrumente der laufenden Erzeugung des Werkes entnommen, ist ein Universal-Instrument in des Wortes bestem Sinne, dessen Vielseitigkeit nicht durch Kompromisse, sondern durch weitgehende Auswechselbarkeit seiner Teile erreicht ist. Dadurch ermöglicht es alle Arten mikroskopischer Untersuchungen bis zur Ultramikroskopie nicht nur, wie dies noch immer allgemein Brauch ist, bloß einäugig, sondern mit Benutzung einer von der genannten Firma schon vor Jahren eingeführten Einrichtung auch binokular auszuführen.

Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, daß die Firma E. Leitz das 100000. Mikroskop ihrer Erzeugung Robert Koch, dem Altmeister der Bakteriologie, und das 150000. dem nicht minder verdienten Bekämpfer der Syphilis, Prof. Dr. Ehrlich, als Ehrengabe zugeeignet hatte.

W. Peter-Zittau macht in Nr. 14 der Naturw. Wochenschr. gegen die Auffassung von Nachtsheim, daß die Entstehung blinder Höhlenformen eventuell auf dem Auftreten einer dominanten augenlosen Mutation beruhen könne, die ohne Selektion allein infolge der Dominanzverhältnisse die Stammrasse bald verdrängen solle, geltend, daß nach Hardy (1908) „die Nachkommen der Stammform und der (dominierenden) Mutante während aller Generationen immer in demselben Zahlenverhältnis zueinander bleiben, vorausgesetzt, daß keine Sorte im Kampf ums Dasein bevorzugt ist". Plate, der in der 3. Auflage von „Selektionsprinzip und Prinzip der Artbildung" (1908) auch annahm, daß die Nachkommenschaft von dominierender Mutante und rezessiver Stammform sich zunächst im Verhältnis von 1:1 vermehre, kam dabei jedoch zu anderen Schlüssen. Nehme man nämlich an, daß die Anzahl (n) der Nachkommen jedes Paares 4 betrage, so erhalte man bei fortgesetzter Kreuzung von dominierender Mutante (D) und rezessiver Stammform (R), die im Anfang wegen der überwiegenden Anzahl der Stammformen wahrscheinlich sei, allerdings zunächst in den aufeinander folgenden Generationen F_1, F_2, F_3 usw. die Formen: (in F_1) 4 DR; (in F_2) 8 DR + 8 RR; (in F_3) 16 DR + 16 RR usw. Es verdoppelte sich also bei $n = 4$ in jeder Generation die Anzahl der DR-Kinder und der RR-Kinder. Bei der beständigen Zunahme der DR müssen aber nach Plate statt der fortgesetzten Kreuzungen DR × RR schließlich auch Verbindungen von DR × DR stattfinden. So komme man weiter zu den Verbindungen DD × DD + DR × DR + RR × RR. Als Nachkommenschaft würde man in diesem Fall, wenn $n = 4$ angenommen wird, erhalten 4 DD + 4 DR (äußerlich = D) + 4 RR und damit wäre dann die Überlegenheit von DR gesichert.

Der von Hardy formulierte Satz, daß die Nachkommen der Stammform und der Mutante während aller Generationen in demselben Zahlenverhältnis zueinander bleiben, würde daher die Nachtsheimsche Annahme nicht ausschließen. Nach Plate sollte im Gegenteil „die große deszendenz-theoretische Bedeutung der echten Mendelschen Regel" gerade darin bestehen, „daß sie zeigt, wie eine aus wenigen Individuen bestehende Varietät (Singularvariation) die volkreiche Stammform (Pluralvariation) zu verdrängen vermöge — ohne daß der Kampf ums Dasein — hierbei mitwirke". Aus dem Hardyschen Satz folgt daher die Ungültigkeit der Nachtsheimschen Annahme noch nicht. Der Hardy-Platesche Satz ist aber, wie ich im Biologischen Zentralblatt (1910, S. 593 ff.) gezeigt habe, überhaupt nicht richtig. Das Zahlenverhältnis der Nachkommen von rezessiver Stammform und dominierender Mutante bleibt in den folgenden Generationen, auch wenn keine der beiden Formen im Kampfe ums Dasein bevorzugt ist, durchaus nicht gleich; von Generation zu Generation tritt vielmehr die Anzahl der dominierenden Mutanten immer mehr zurück bis sie schließlich gegenüber der Anzahl der RR-Nachkommen verschwindet. Plate hatte die Tatsache nicht in Betracht gezogen, daß sich bei der Nachkommenschaft von rezessiver Stammform und dominierender Mutante die Anzahl der DR-Formen wohl in jeder folgenden Generation, wenn man vom Kampf ums Dasein absieht, verdoppelt, daß sich die RR-Formen aber in einem außerordentlich viel schnellerem Tempo vermehren. Er übersah die Nachkommenschaft der RR-Kinder. Es läßt sich dies am einfachsten an einem Schema zeigen. Behält man die Plateschen Voraussetzungen und Bezeichnungen bei, so gehen aus dem Paare D × R in den aufeinanderfolgenden Generationen folgende Formen hervor:

Generationen		Gesamtzahl der Nachkommen		Anzahl der DR- und RR-Kinder
F_1	=	4	=	4 DR
F_2	=	16	=	8 DR + 8 RR
F_3	=	64	=	16 DR + 16 RR + 32 RR
F_4	=	256	=	32 DR + 32 RR + 64 RR + 128 RR

In der 3. Generation (F_3) stehen also nach dem Schema den 16 Bastarden DR mit dem Habitus der dominierenden Mutante 48 RR-Kinder gegenüber; in der 4. Generation (F_4) den 32 DR-Kindern 224 RR-Kinder usw.

Man kann für diese Verhältnisse eine allgemeine Formel

ableiten. Aus dem Schema ergibt sich, wenn man die Anzahl der Kinder aus jeder einzelnen Paarung durchweg $= n$ setzt, in der $m$ten Generation im ganzen die Anzahl von n^m Kindern. Von diesen n^m Kindern sind, wie gleichfalls das Schema zeigt, $\left(\frac{1}{2}\right)^{m-1}$ DR-Kinder d. h. es gilt für die DR-Kinder die Formel: $\left(\frac{1}{2}\right)^{m-1} \cdot n^m$ DR. Die Anzahl der RR-Kinder in der $m$ten Generation ist daher, da es nur DR- und RR-Kinder gibt, $= n^m - \left(\frac{1}{2}\right)^{m-1} \cdot n^m$ oder $= \left(1 - \frac{1}{2^{m-1}}\right) n^m$. Wir erhalten so die Formel:

$$F_m = \left(\frac{1}{2}\right)^{m-1} \cdot n^m \text{ DR} + \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{m-1}\right) n^m \text{ RR}.$$

Nach dieser Formel vermehren sich unter den Nachkommen bei einer Kreuzung von rezessiver Stammform und dominierender Mutanten die beiden Formen in den aufeinanderfolgenden Generationen in folgenden Verhältnissen. Es erscheinen in der Generation:

$F_1 = n$ DR (da $\frac{1}{2^{1-1}} = 1$ ist); ferner in den Generationen:

$F_2 = \frac{1}{2} n^2$ DR $+ \frac{1}{2} n^2$ RR;

$F_3 = \frac{1}{4} n^3$ DR $+ \frac{3}{4} n^3$ RR;

$F_4 = \frac{1}{8} n^4$ DR $+ \frac{7}{8} n^4$ RR;

$F_5 = \frac{1}{16} n^5$ DR $+ \frac{15}{16} n^5$ RR.

Die Anzahl der RR-Kinder nähert sich daher mit wachsendem m immer mehr dem Werte n^m, die Anzahl der DR-Kinder wird dagegen ein immer kleinerer Bruchteil $\left(\frac{1}{2}\right)^{m-1}$ von n^m. Plate hat die Richtigkeit dieser Feststellung in der 4. Auflage seines Selektionsprinzipes ausdrücklich anerkannt.

Wenn daher auch die betreffende Nachtsheimsche Annahme sicher falsch ist, so ist sie es nicht wegen der Geltung des Hardy-Plateschen Satzes; aus ihm ließe sich im Gegegteil auf dem Plateschen Wege gerade ihre Richtigkeit erweisen; sie ist vielmehr falsch, weil auch der Hardysche Satz falsch ist und unter den Nachkommen einer Kreuzung von rezessiver Stammform und dominierender Mutante die Stammformen und Mutantformen sich in den folgenden Generationen nicht das Gleichgewicht halten, sondern die letzteren im Verhältnis zu den Stammformen rapid abnehmen.

H. Kranichfeld.

Nochmals die Kontraktionstheorie. Wenn die Streiche, die Herr Dr. Fricke in Nr. 15 der Naturw. Wochenschr. gegen die Kontraktionshypothese führt, sie zu Falle zu bringen vermöchten, so würde sie es nicht wert sein, daß man sich um sie bemühte. Aber sie steht doch etwas fester, als Dr. Fricke glaubt. Ich hatte in meinem Aufsatze die Hypothese in Schutz genommen und gezeigt, daß die neueren Forschungsergebnisse keineswegs dazu zwingen, sie aufzugeben, sondern im Gegenteil ihre Richtigkeit bestätigen. Gegen meine Argumente wendet sich Dr. Fricke mit keinem Worte; er muß sie also wohl gelten lassen. Er greift nur eine meiner einleitenden Bemerkungen an, wo ich darauf hingewiesen hatte, daß für die Erde die Kontraktionshypothese gleichsam a priori feststehe, weil eine ganze Reihe von Gründen, die ich an einem anderen Orte aufgezählt habe, die Anwendung der Meteoritenhypothese auf ihre Entwicklung verbiete. Dr. Fricke gibt sich nicht die Mühe, diese Gründe zu widerlegen. Bis dies geschehen ist, darf ich sie also ebenfalls als zu Recht bestehend betrachten.

Daß durch die neueren astronomischen Forschungen die Entwicklung der Riesensterne zu Zwergsternen „bewiesen" sei, habe ich nicht behauptet. Beweisen lassen sich nur mathematische Lehrsätze. In den Erfahrungswissenschaften gibt es stets nur einen höheren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit. Die neueren astronomischen Forschungen haben es nun in der Tat wahrscheinlich gemacht, daß die Sternentwicklung den angegebenen Gang geht. Natürlich gibt es immer einige Gelehrte, die sich der allgemein herrschenden Ansicht nicht anschließen. Wenn sie wünschen, daß ihre abweichende Ansicht Anerkennung finde, so müssen sie aber imstande sein zu zeigen, daß ihre Auffassung der gegnerischen überlegen sei. Vorläufig bezweifle ich sehr, daß dies bei Dr. Frickes Ansichten über die Entwicklung der Weltkörper zutrifft.[1]) Er hat auch verraten, was ihn letzten Endes veranlaßt, der Kontraktionshypothese seine Anerkennung zu versagen. Es sind die „trostlosen Zukunftsaussichten", die sie seiner Meinung nach bietet. Also nicht aus objektiven, in der Sache liegenden, sondern aus subjektiven Gründen, weil gewisse letzte Konsequenzen der Hypothese gewissen vorgefaßten Meinungen widersprechen, lehnt Dr. Fricke sie ab. Dazu ist zu sagen, daß die von ihm berührten letzten Fragen noch lange nicht reif für eine exakte wissenschaftliche Behandlung sein dürften, und daß man sich aus diesem Grunde nicht verleiten lassen darf, nach ihnen den Wert wissenschaftlicher Hypothesen zu beurteilen. Wenn mehr oder weniger tröstliche Zukunftsaussichten wissenschaftlicher Forschung die Zielrichtung vorschreiben dürften, dann könnte man es auch den Verfechtern kirchlicher Dogmen nicht verargen, wenn sie sich berufen fühlten, die Wissenschaft zu reformieren, weil ihre trostreichen Glaubenssätze den wissenschaftlichen Ergebnissen wegen der trostlosen Gewißheit, daß uns die letzten und höchsten Ziele wissenschaftlicher Forschung doch immer unerreichbar bleiben, überlegen seien.

Nölke.

[1]) E. Wiechert, auf den Dr. Fricke sich beruft, ist keineswegs Gegner der Kontraktionshypothese. Er schließt sich durchaus der herrschenden Ansicht an, daß die Sternentwicklung, vom Gasnebelzustande ausgehend, das Stadium der Riesen- und Zwergsterne durchlaufe, ergänzt diese Vorstellung aber durch die Annahme eines Kreislaufs des kosmischen Geschehens. Seiner Meinung nach vergrößern die Zwergsterne durch Aufnahme kosmischer Meteoritenmaterie ihre Masse, bis sie schließlich, zu Massenriesen geworden, durch eine Explosion auseinandergerissen werden. Dabei zerstreut sich der größte Teil ihrer Materie in Meteoritenform durch den Weltraum, wo sie von neuem das Material für das Wachstum der wandernden Gestirne bilden. Als Rest aber bleibt ein Gasnebel zurück, der wieder die gewöhnliche Entwicklung vom (Raum-) Riesen zum Zwerge durchläuft.

Inhalt: E. Krenkel, Zum fünfzigjährigen Bestehen der Sächsischen Geologischen Landesuntersuchung. S. 321. G. Brückner, Alfonso Corti. S. 322. H. Rust, Mathematisches Neuland: Arnold Kowalewskis Buntordnungslehre. S. 324. W. K. Eckardt, Alfred Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen und die Tiergeographie. S. 326. — **Einzelberichte:** F. v. Wettstein, Neue Beobachtungen an unseren entomophilen Moosen. S. 327. N. Vavilow und R. Regel, Über den Ursprung der Getreidearten. S. 328. W. Einthoven, Der dünnste Faden sichtbar gemacht. (3 Abb.) S. 330. W. Volkmann, Prüftafel für Fernrohre. S. 332. Sanford, Über die Beziehungen der Spiralnebel zu der Milchstraße. S. 332. — **Bücherbesprechungen:** R. Goldschmidt, Ascaris. S. 333. A. Klaus, Atome, Elektronen, Quanten. S. 333. B. Bavink, Grundriß der neueren Atomistik. S. 333. H. E. Timerding, Die Fallgesetze. S. 334. P. Meth, Theorie der Planetenbewegung. S. 334. E. Gramberg, Pilze der Heimat. S. 334. — **Anregungen und Antworten:** Das Rätsel der Handstrahlen. S. 334. Preußische Biologische Anstalt auf Helgoland. S. 335. Das 200000. Mikroskop. S. 335. Entstehung blinder Höhlenformen. S. 335. Nochmals die Kontraktionstheorie. S. 336.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 18. Juni 1922. | Nummer 25.

Bemerkungen über Standorte und Verbreitung der deutschen Farnkräuter.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Hugo Fischer.**

„Farnkräuter" wäre ein unrichtiger Ausdruck, wenn er sich auf die ganze Klasse bezöge, weil es ja in den Tropenländern auch Farnbäume gibt. Innerhalb Europas darf man aber schon von „Farnkräutern" sprechen. Zu verwerfen ist aber die Bezeichnung „Farrenkraut"; das mag dem Dichter hingehen, wenn es ihm im Reim und Rhythmus nicht anders passen will, aber in Prosaschriften sollte man trotz allen dichterischen Schwunges die unrichtige Schreibweise vermeiden, denn die „Farren" gehören zum lieben Vieh; eine engere Beziehung zwischen Farn und Farren ist auch darum abzuweisen, weil die Farne zum Viehfutter gänzlich ungeeignet sind.

In Einteilung und Benennung habe ich mich an L. Diels, in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 1. Teil, 4. Abtlg., angeschlossen. Ascherson und Graebner, Synopsis, gehen mir in der Zusammenlegung der Gattungen etwas zu weit. Doch billige ich die Einziehung der alten Gattung Phegopteris, obwohl gerade die drei deutschen Vertreter eine gut abgegrenzte Gruppe darstellen. Autorennamen lasse ich fort, nicht aus grundsätzlicher Abneigung, sondern weil die Zwecke, die man mit ihnen verbindet, in den folgenden Zeilen gar nicht in Frage kommen. Volksnamen unserer Pflanzen weiß ich sehr zu schätzen; wenn ich auf die deutschen Namen hier verzichte, so geschieht es, weil es für die wenigsten Arten wirkliche Volksnamen gibt, die meisten sind nur Verdeutschungen, wie der „nördliche Streifenfarn" u. a. Zuweilen sind aber Volksnamen geradezu falsch: so hörte ich für Blechnum spicant die Bezeichnung „Steinfarn", die Art kommt aber an oder auf Steinen kaum vor, sondern auf humosem Boden. —

Es ist ein oft beklagter Übelstand, daß Fundortsangaben gewöhnlich den Standort nur sehr allgemein bezeichnen, während doch gerade alle näheren Umstände das Vorkommen einer bestimmten Art an einer bestimmten Stelle erst recht interessant machen. So findet man bei Farnen oft angegeben: „an Mauern". Es ist aber, wegen der Kalkfrage, von welcher noch die Rede sein wird, ein großer Unterschied, ob die Mauer mit Kalkmörtel gebaut ist, oder ob es eine „Feldmauer", aus Granit-, Schiefer- oder dgl. Steinen, ohne erhärtendes Bindemittel aufgeschichtet, ist. Erst aus genauen Beschreibungen des Standortes, in seinen chemischen, physikalischen und oikologischen Besonderheiten können wir die Bedingungen wirklich erkennen, an die das Vorkommen der Arten gebunden ist.

Denn auch die Lehre von der geographischen Verbreitung der Pflanzen hat, wie die Botanik überhaupt, längst aufgehört, eine „beschreibende" Wissenschaft zu sein; sie ist zur Erforschung der natürlichen Ursachen vorgedrungen und schreitet auf diesem Wege weiter fort. In der floristischen Forschung nun ist eine sehr umfangreiche und höchst dankenswerte Kleinarbeit geleistet von Dilettanten, die oft mit größter Begeisterung für die Sache doch nicht den weiten Blick verbanden, der alle jene Zusammenhänge überschaut, und so erklärt sich wohl vielfach die Ungenauigkeit in den Standortsangaben. Der Sammler ist ja natürlich vor allem stolz darüber, eine seltene Pflanze an einer „neuen" Stelle gefunden zu haben und begnügt sich wohl damit. Gerade für seltene, oder in jener Gegend seltene Arten ist aber die Besonderheit des einzelnen Fundortes von größter Bedeutung: ist die Pflanze selten, so heißt das oft, daß sie in jener Gegend sich nicht recht heimisch fühlt, daß besondere Bedingungen erfüllt sein müssen, solche chemischer oder physikalischer oder oikologischer Art, um ihr das Gedeihen an einem Fleck doch zu gestatten. So erreichen viele Pflanzen die Nordgrenze ihrer Verbreitung etwa auf Kalkboden, der wärmer (!) ist als andere Unterlagen, oder sonst an Stellen, die besonders günstig geartet sind.

Die Bedingungen des Vorkommens und der Verbreitung einer Art sind, abgesehen von den historischen Beziehungen, von zwei Seiten zu betrachten: die Eigenart der Pflanze und die Eigenart des Standortes; beide müssen zueinander passen, wenn erstere sich an einer Stelle behaupten soll. Wir können in solcher Hinsicht auch von Innen- und von Außenbedingungen sprechen. Die ersteren zu analysieren ist natürlich nicht leicht, und so ist es denn, wie jüngst Fitting in einem gedankenreichen Vortrag [1]) betont hat, gerade die physiologische Seite einer „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage", welche noch recht viele dunkle Stellen aufweist. Die Außenbedingungen sind leichter festzustellen. Einteilen können wir sie in solche chemischer, physikalischer (klimatischer), oikologischer und historischer Art. Welche Bedeutung der letztgenannte Punkt hat, dafür sei an die Tatsache erinnert, daß Deutschlands heutige

[1]) Hans Fitting: Aufgaben und Ziele einer vergleichenden Physiologie auf geographischer Grundlage. Jena 1922.

Pflanzenwelt in ganz hervorragendem Maße und unverkennbar von der längst vergangenen Eiszeit abhängig ist. Die Oikologie, die ja vielfach Zusammenhänge auch mit der geschichtlichen Entwicklung hat, knüpft an die Lehre vom „Kampf ums Dasein" an. Wenn wir auch heut überzeugt sind, daß Darwin die Wirkung seiner „Naturauslese im K. u. D." in ihrer Tragweite für die Entstehung der Arten überschätzt hat, so ist doch nicht minder gewiß, daß dieselbe für die natürliche Verbreitung der Arten von ganz beträchtlichem Einfluß ist. Eine Art von Tieren oder Pflanzen kann eben nur da vorkommen, wo der Kampf um die Erhaltung des Einzelwesens und um die Fortpflanzung seiner Art nicht so hart wird, daß die Art ihm nicht mehr gewachsen ist. Sie kann sich nur da ansiedeln und erhalten, wo die Umwelt ihr die Möglichkeit dazu gewährt. Darum ist es ein wenig naiv, wenn jemand in der Anpassung einer Art an ihren Standort etwas besonders Wunderbares findet; ein wahres Wunder wäre das Gegenteil: das Vorkommen einer Art an einer Stelle, der sie ganz und gar nicht angepaßt wäre.

Wenn eine Pflanzenart recht unfruchtbare und anscheinend wenig günstige Stellen „mit Vorliebe aussucht", so kann es daran liegen, daß sie besseren Boden wirklich nicht verträgt, wie Nardus stricta und andere Sandgräser, die auf gedüngtem Land bald eingehen, — oder aber daran, daß durch die ungünstigeren Bedingungen die Wettbewerber zurückgehalten werden. Das gilt wohl von allen Felsritzen und Mauern bewohnenden Pflanzen. —

Eines der interessantesten und umstrittensten Gebiete in der Lehre von der Verbreitung der Pflanzen ist die Kalkfrage. Die ältere Botanik machte nach dem Vorgang von Unger einen dicken Strich zwischen „Kalk- und Kieselpflanzen", in neuerer Zeit ist diese Grenze bedeutend ins Schwanken gekommen. Wir müssen auf diese Frage hier hindeuten, weil sie gerade auch für unsere Farnkräuter nicht ganz unwesentlich ist. Es konnte das festgestellt werden, daß die Beschränkung der Kalkpflanzen auf Kalk, der Kieselpflanzen auf (kalkarmen) Kieselboden keine vollkommene ist, daß nämlich doch Ausnahmen nicht allzuselten sind. Auch scheinbare Ausnahmen sind beobachtet: Kieselpflanzen können im Kalkgebirge in einer so dichten Humusanhäufung stehen, daß ihre Wurzeln mit dem Kalk gar nicht in engere Berührung kommen; oder es kann in kalkarmem Gestein stellenweise eine Anreicherung mit Kalk stattgefunden haben; so z. B. beschreibt Wirtgen, Flora der Rheinprovinz, einen Standort des Kalkfarnes Nephrodium Robertianum im rheinischen Schiefergebirge (meist kalkarmer Devon- bzw. Silurschiefer) mit den Worten: „wo herabrieselndes Bergwasser seinen Kalkgehalt abgesetzt hat".

Zweifellos gibt es wirkliche Kalk- und Kieselpflanzen, doch ist es eine Regel, die auch Ausnahmen verträgt. Die Versuche sind gelungen, Kalkpflanzen auf Kieselboden, Kieselpflanzen auf Kalkboden zu kultivieren; aber es gehört doch immer sorgsame Pflege dazu, und eben dieser Umstand beweist, daß Organisationsunterschiede doch vorhanden sein müssen. Kalkreicher Boden erschwert den Pflanzen, die an ihn nicht gewöhnt sind, die Aufnahme der lebensnotwendigen Eisen- und Phosphorsalze, ist wohl auch auf den Kalistoffwechsel nicht ohne Einfluß; worin die Abneigung der Kalkpflanzen gegen Kieselboden besteht, ist schwieriger zu sagen. Auch in der Natur findet man zuweilen Kalkpflanzen auf Kieselboden, oder umgekehrt, dann meist in Fällen, wo eine naheverwandte, dem Boden eigentlich zugehörige Art fehlt, also nicht als Mitbewerber um den Standraum in Frage kommt. Einen solchen Fall hat z. B. Nägeli beschrieben. Wir müssen dabei der auffallenden Erscheinung gedenken, daß gerade nächstverwandte Arten oft nicht den gleichen Standort teilen, sondern so verschiedene Neigungen verraten, daß sie sich gegenseitig nicht den Platz streitig machen, einander vielmehr ausweichen. An solchen nächstverwandten, aber verschiedene Standorte bewohnenden Artenpaaren, an welche die Beobachtungen von Unger anknüpfen, fehlt es auch unter den Farnen nicht. Von weiter hier anknüpfenden Fragen soll unten gelegentlich der „Serpentinfarne" noch näher die Rede sein (s. bei Nr. 36).

Ein gewisser Kalkgehalt fördert ganz ungemein die Tätigkeit der Bodenbakterien; ich selbst habe in Versuchen gefunden, daß in Ackererde durch geringe Kalkbeigabe die Zahl der auf Platten angehenden Keime auf das 50- bis 100fache anstieg. Das kann auch auf die in solchem Boden wurzelnden Pflanzen nicht ganz ohne Einfluß sein, wenngleich nähere Beziehungen hier noch nicht aufgedeckt sind — wie denn überhaupt die Bodenbakteriologie noch heute zu einem sehr großen Teil aus ungelösten Fragen besteht. Bezüglich der Kalkpflanzen ist ferner auch darauf hingewiesen worden, daß Kalkboden an den sonstigen Pflanzennährstoffen reicher zu sein pflege als Kieselboden. Was den Stickstoff betrifft, so wissen wir, daß die beiden ihn am kräftigsten aus der Luft assimilierenden Bakterienarten, Bacillus amylobacter und Azotobacter chroococcum, kalkhaltigen Boden verlangen. Auch kann man in den Hochgebirgen (Alpen, Tatra) sehen, wie die Kalkberge meist durch reichere Vegetation und größere Artenzahl vor den kalkärmeren (Urgestein, Schiefer usw.) ausgezeichnet sind. Andererseits ist aber zu betonen, daß eine aus Ziegelsteinen und Kalkmörtel gebaute Mauer wohl nicht als „nährstoffreicher" Standort aufgefaßt werden kann.

Eine recht interessante Feststellung jener Art konnte ich im Jahre 1908 am Ausgang des Fischbachtales machen, das von Norden, vom Hunsrück her, in die Nahe mündet. Die Felsen des wohl silurischen Schiefergesteins petrographisch zu analysieren, war ich weder ausgerüstet noch erfahren

genug, doch fiel es sehr deutlich auf, daß die einen viel reicheren Pflanzenwuchs, auch bezüglich der Artenzahl, trugen, als die anderen, die auch schon als Gestein betrachtet mehr quarzitisch, also an Pflanzennährstoffen ärmer waren als jene. Es war hier eine gewisse Abstufung deutlich zu erkennen, die besonders in den die einzelnen Felsgruppen bewohnenden Arten von Farnkräutern ihren Ausdruck fand. Auf den nährstoffärmsten Felsen stand nur das kalkscheue Polypodium vulgare, auf anderen gesellte sich das ebenfalls kalkscheue Asplenum septentrionale hinzu, auf wieder anderen fehlte das erstgenannte, während neben A. sept. nun A. trichomanes auftrat, auf nochmals anderen fand ich nur noch dieses, neben dem ziemlich kalksteten Ceterach officinarum. Diesen viererlei Stufen entsprach nun auch nach Individuen- und Artenzahl der Bestand an Blütenpflanzen, die damals, Ende August, schon stark vorüber waren, und bezüglich derer ich mir keine Notizen gemacht habe. Jedenfalls boten aber diese Felsgruppen ein pflanzengeographisch höchst interessantes Bild, schon wegen ihres ziemlich nahen Nebeneinander.

Soviel von den allgemeinen pflanzengeographischen Gesichtspunkten; nun noch ein paar Worte von den Farnen als solchen. Jeder Laie kennt sie, jeder Dichter braucht sie, wenn er die Poesie des deutschen Waldes schildern will. Durch die ungemeine Zierlichkeit ihrer meist fein gefiederten Wedel sind sie das Entzücken jedes Beschauers, der einigen Schönheitssinn hat. Ihre Verwendung in der Blumenbinderei ist bekannt, nicht minder ihre Brauchbarkeit zur Belebung schattiger Stellen in Gärten, wo Blütenpflanzen nicht mehr recht gedeihen wollen. Leider sind sie zu sehr an feuchte Luft angepaßt, um sich in unseren Zimmern wohlzufühlen; um so mehr sind sie für Luxusglashäuser und Wintergärten zu empfehlen, wofür freilich ausländische Arten sich meist besser eignen als unsere einheimischen.

Wissenschaftlich interessant sind die Farne als ein sehr alter Zweig am Stammbaum des Pflanzenreichs, der namentlich einen uralten Charakterzug bewahrt hat: Die „Wedel" der Farne werden oft als „Blätter" bezeichnet, aber nur teilweise mit Recht. Die paläontologische „Urpflanze" kannte noch keinen Unterschied zwischen Seitensproß und Blatt, erst allmählich haben sich die beiderlei Dinge voneinander getrennt entwickelt, der Sproß wächst „unbegrenzt" — was natürlich nur theoretisch gemeint sein kann — an seiner Spitze weiter, das Blatt stellt frühzeitig sein Spitzenwachstum ein und wächst, nachdem dieses vollendet ist, noch an der Basis weiter, bis auch dieses Wachstum sein Ende erreicht. Die „Wedel" der Farne nun — ich vermeide absichtlich, „Blätter" zu sagen — sehen zwar wie Blätter aus, haben auch die Stellung am Hauptstamm und den anatomischen Bau wie Blätter, aber sie haben andererseits ein lang andauerndes Spitzenwachstum, wie echte Sprosse. Das Interessanteste an dem lange Jahre durchgeführten Streite, ob es echte Sprosse oder echte Blätter seien, ist also schließlich das, daß keine Partei ganz, und jede etwas im Recht war! Als Kuriosum, als Zeichen dafür, wie weit man zuweilen im morphologischen Schematismus gegangen ist, sei der eine Punkt angeführt: es ist, allen Ernstes, gesagt worden, wenn die Farnwedel Sprosse seien, dann müsse man die Spreuschuppen als die Blätter dieser Sprosse ansehen. —

Wir gehen nun die einzelnen Arten der deutschen Flora durch, wobei ich einige seltene, erst am Südfuß der Alpen vorkommende Arten übergehe.

1. *Hymenophyllum tunbridgense*, der einzige deutsche Vertreter einer mit fast 200 Arten in den Tropenländern verbreiteten Familie, ein ungemein zartes, Feuchtigkeit liebendes Pflänzchen, in Deutschland nur an einer einzigen Stelle, im Uttewalder Grunde der „Sächsischen Schweiz" gefunden (die Angabe „bei Wehlen" bedeutet wohl den gleichen Standort?), aber seit etlichen Jahren verschwunden und nicht wieder aufgefunden; infolge Abholzung des oberhalb befindlichen Waldes ist die Stelle zu trocken geworden, um dem zarten und seltenen Pflänzchen länger die Existenzmöglichkeit zu bieten. Nahe unserer Grenze findet es sich in Luxemburg; über dieses Vorkommen hat Klein in Naturw. Wochenschr. 1916 ausführliche Mitteilungen gebracht. H. t. hat eine besondere Vorliebe für Sandstein, der dank seiner Porosität Wasser aufsaugt und lange festhält, also für Feuchtigkeit liebende Pflanzen der rechte Standort ist. Im übrigen Europa findet es sich vorwiegend in einiger Nähe der atlantischen Küsten, immer in feuchterem Klima, übrigens weit über die Erde verbreitet, so in Südafrika, auf den Westafrikanischen Inseln, in Mittel- und Südamerika, in Australien, Neu-Seeland usw. Schade, daß wir dieses Gewächs kaum noch als lebenden Bürger der deutschen Flora ansehen dürfen.

2. *Athyrium filix femina*, ausgesprochener Waldfarn, der meist zusammen mit Nephrodium filix mas und N. spinulosum bzw. dilatatum den Boden schattiger, humoser Wälder, besonders Waldschluchten, schmückt, meist unter den genannten die häufigste Art. Kalkboden scheint ihnen allen nicht zuzusagen, im Kalkgebirge finden sie sich nur an besonders begünstigten Stellen, bei weitem nicht so häufig wie sonst in Gebirgswäldern. Nicht selten auch in Felsritzen, doch lieber in Urgestein, Schiefer oder Sandstein als auf Kalk. Es steigt in den Gebirgen bis über 2000 m hoch, wird aber meist schon in geringerer Höhe von der nächsten Art (s. d.) abgelöst. Weitere Verbreitung: fast ganz Europa, Algerien, West- und Nordasien, Nordamerika, Peru, Java. Die in eine große Zahl von „Formen" zerfallende Art eignet sich ihrer zierlichen Fiederung wegen besonders für den Garten, ist auch dankbar.

3. *Ath. alpestre*, der vorigen täuschend ähnlich, doch bei einiger Übung auch von oben zu unterscheiden; ganz sicher an der Form der Sori. Auch diese Art bevorzugt kalkarmen Boden. Sie kommt

nur in Gebirgen von etwa 800 m Höhe an vor, oft in großen Mengen, ganz wie 2. Im Riesengebirge habe ich an mehreren Stellen die Übergangszone untersucht, in welcher beide Arten durcheinander vorkommen; niemals habe ich eine Zwischenform gefunden, stets scharf und deutlich entweder die eine oder die andere Art. Wenn es richtig wäre, daß, wie der Lamarckismus behauptet, der Standort die Artmerkmale hervorruft, dann müßte man folgerichtig erwarten können, daß an der Verbreitungsgrenze Zwischenformen (abgesehen von etwaigen Kreuzungen) auftreten — eben das ist nicht der Fall, es ist überhaupt nur einmal, von Christ am Feldsee des Schwarzwaldes, ein Stock gefunden worden, der zwischen beiden Arten die Mitte hielt, der wohl hybrider Herkunft war. Verbreitung der Art: deutsche Mittelgebirge (Vogesen, Schwarzwald, Thüringer Wald, Harz, Frankenwald, Böhmerwald, Erzgebirge, sehr viel im Iser-, Riesen- und Altvatergebirge), Alpen, Karpathen, weiter in Schottland, Mittelfrankreich, Pyrenäen, Skandinavien, Lappland, Kaukasus, Kleinasien, fraglich in Amerika.

4. *Cystopteris fragilis.* Zierlicher, schattenliebender Farn, in Felsritzen aller Gesteinsarten, an Mauern, alten Baumstubben und Baumwurzeln, selten auf offenem Boden. Die subalpine var. regia bevorzugt Kalk, wenn auch nicht ausschließlich. Die Hauptart jedoch ist, obwohl als typische Felsritzenbewohnerin durch ihre Wurzeln mit der Unterlage in engster Berührung, doch ausgesprochen bodenvag, d. h. auf verschiedensten Gesteinen gleichermaßen vorkommend. Häufig in bergigen Gegenden und Gebirgen, im Flachlande seltener; weiterhin in ganz Europa bis Spitzbergen, in Asien bis zum Himalaja, Nordafrika, Nordamerika bis Grönland, Chile, Neuseeland, Tasmanien, Kerguelen.

5. *C. montana,* subalpin und kalkstet, weniger in Felsritzen als im stark mit Kalkbrocken durchsetzten Humus an feuchten Hängen. Vereinzelte Standorte in der Schwäbischen Alb, häufiger in den bayrischen, schweizerischen und österreichischen Kalkalpen, südöstlich bis Dalmatien. Weiter in der Hohen Tatra, in den siebenbürgischen Karpathen; Schottland, Skandinavien; Pyrenäen, Apenninen; Nordrußland, Kamtschatka, Nordamerika.

6. *C. sudetica,* der vorigen sehr ähnlich, stellenweise mit ihr gemeinsam auf Kalk, doch häufiger (so im Altvatergebirge) auf kalkarmem Gestein, also als bodenvag zu bezeichnen; von seltenem und weit zerstreutem Vorkommen: ein Standort in den bayrischen Alpen; dann Hohe Tatra, Siebenbürgen, weiter in Norwegen, Nordrußland, Kaukasus, Ostsibirien.

7. *Nephrodium Dryopteris* (diese und die nächsten zwei Arten früher als Gattung Phegopteris), Farn der schattigen humosen Waldstellen, dort rasenbildend, seltner in Felsenspalten, fast ausschließlich auf kalkarmem Gestein. Recht verbreitet durch das ganze Gebiet, auf den Nordseeinseln fehlend, desgleichen in der immergrünen Region südlich der Alpen. Weiter in Gebirgen Südeuropas und Kleinasiens, Nordasien bis Japan, Nordamerika innerhalb der gemäßigten Zone.

8. *N. Robertianum,* der vorigen in Wuchs und Aussehen sehr ähnlich, doch ausgesprochen kalkhold und weniger auf schattige Standorte beschränkt. Wächst im Kalkgeröll an Berghängen, seltner in Mauerritzen, selten auf Baumstubben oder in kalkarmem Waldboden. Wegen ihrer Vorliebe für Kalk ist die Art mehr als die vorige auf bergige Gegenden beschränkt, im Flachlande wohl nur mit Bruchsteinen eingeschleppt; immerhin ermöglicht die leichte Verbreitung der Sporen durch den Wind auch Besiedelung solcher Punkte, die vom typischen Vorkommen weit entfernt liegen. So sah ich einmal einen einzelnen Stock in Schlesien (wo die Art sonst selten ist) in einer Gartenmauer am Wege von Schweidnitz nach den Költschenbergen. N. R. steht auch in den Trümmern des Heidelberger Schlosses und auf dem anderen Neckarufer in der Ruine auf dem Heiligenberg; die Formation ist Buntsandstein, der Baustein desgleichen, die Art wächst dort nur in den gemörtelten Mauern. Sie ist in Deutschland weit seltener als die vorige Art, doch ziemlich weit verbreitet; weiter in fast ganz Europa, in Afghanistan, in Nordamerika.

9. *N. phegopteris,* an ähnlichen Standorten wie 7, aber noch etwas mehr Schatten und Feuchtigkeit liebend, in Wäldern gern die Böschungen der Wegränder mit dichtem Rasen überziehend. Die Art meidet Kalk, findet sich aber, oft in Mengen, in Felsritzen von Gneiß, Tonschiefer u. a. kalkarmen Gesteinen. Beiläufig: man darf Felsspalten nicht schlechthin als „trockenen" Standort ansehen — im Gegenteil! Der stark humose Boden, aus verwesten Flechten, Moosen und Resten anderer Pflanzen hervorgegangen, saugt sich bei Gelegenheit voll Wasser, und der Fels schützt dieses vor dem Verdunsten. Die Art ist durch ganz Nord- und Mitteleuropa verbreitet; weiter auf Korsika, in den Pyrenäen, Apenninen, in Serbien, Kleinasien, im Kaukasus und Himalaja, Nordasien bis Japan, Nordamerika.

Bemerkung: Während die Mehrzahl unserer Farne in Rosettenform wächst, die größeren Arten oft jene „Körbe" bildend, die ebenso charakteristisch wie dekorativ wirken, haben die Arten 5 bis 9 einen ganz anderen Wuchs: von dünnem, langhinkriechendem Erdstamm steigen die Wedel einzeln auf, so daß bei dichtem Zusammenstehen eine Art Rasen gebildet wird. Ähnlichen Wuchs zeigt von den deutschen Arten nur noch die nächstfolgende Art, dann in größerem Maßstabe der „Adlerfarn", Pteridium, und die einzige deutsche Polypodium-Art.

10. *N. thelypteris,* von allen deutschen Farnen die wasserliebendste Art, deren Erdstamm entweder geradezu im Wasser von Teichrändern und Gräben, oder doch im stark durchnäßten Boden von Waldsümpfen kriecht. N. t. bevorzugt daher

das Flachland und wird im Gebirge je höher je seltener. Findet sich in fast ganz Europa, doch weniger im südlichen Teile, in Algier, Vorderasien, Himalaja, Nordasien bis Japan, Vorderindien. Nordamerika.

11. *N. montanum* (auch *N. Oreopteris*) führt seinen Namen insofern mit Recht, als es ganz vorwiegend das Bergland, wenn auch oft das niedere Bergland, bevorzugt. Es liebt stark humosen, selbst torfigen Boden, die zartgrünen, leicht welkenden Wedel verraten Anpassung an feuchten Standort, der dafür nicht immer besonders schattig zu sein braucht. Im Flachland ist es selten, steigt in den Hochgebirgen etwa bis 1500 oder 2000 m hinauf. Kalk scheint es zu meiden, was bei der Vorliebe für sauren Untergrund nicht wunderbar ist. An geeigneten Stellen findet sich N. m. manchmal in Menge, zuweilen mehr als die sonst häufigeren großen Waldfarne. In Deutschland weit verbreitet, von den Vogesen bis zu den Sudeten, doch nicht überall. Unrichtig (!) ist die aus einer Flora in die andere aufgenommene Angabe: „häufig im Riesen- und Isergebirge". Das Riesengebirge kenne ich ziemlich gut, aber der Stellen, wo ich N. m., dabei z. T. in einzelnen Stöcken, gesehen habe, sind nicht viele. Erst wenn man von Schreiberhau die Straße nach Neuwelt geht, über den Sattel zwischen Riesen- und Isergebirge, sieht man die Art in größeren Mengen, und im Isergebirge selbst ist sie wirklich sehr häufig. Auffallend ist das, infolge gleichartiger Standortsansprüche, häufige Zusammenvorkommen mit Blechnum spicant. Am Südfuß der Alpen wird die Art seltener, findet sich aber in Ober- und Mittelitalien, auf Korsika, in Nordspanien, Frankreich, Großbritannien, Rumänien, Westrußland, Südskandinavien, Dänemark, außerdem in Madeira.

12. *N. filix mas*, von ganz ähnlicher Verbreitung und meist an den gleichen Stellen wie Athyrium filix femina, doch meist etwas spärlicher, was vielleicht von der Ausrottung durch Menschenhand herrührt, da der „Wurmfarn" von altersher als Bandwurmmittel geschätzt ist; typischer Bewohner des Waldhumus, zuweilen in Felsritzen. Seltner, wenn auch nicht fehlend, im Kalkgebirge, auch zuweilen in gemörtelten Mauern; im Hochgebirge bis etwa 2000 m aufsteigend. In Deutschland weit verbreitet, weiter durch ganz Europa und den größten Teil von Asien, Java, Réunion, Madagaskar, Algier, Madeira. Nord- und Südamerika.

13. *N. rigidum*, subalpin und kalkstet, besonders Geröllhalden bewohnend, auch an Felsen; in den Alpen von 1170—2200 m, doch gelegentlich auch tiefer herabsteigend. In den deutschen Alpen an wenigen Stellen, überhaupt von sehr zerstreuter Verbreitung, im Jura Frankreichs und der Schweiz, in der ganzen Alpenkette hier und da, vereinzelt am Dürrenstein in Niederösterreich; übrigens in Norwegen (?), Nordengland, Pyrenäen, Balkanhalbinsel, Mittelmeerländer (Europa wie Afrika), Kleinasien, Syrien, Cypern, Afghanistan, Kalifornien.

14. *N. cristatum*, mittelgroßen Stöcken des N. filix mas ähnlich, doch durch die langen und hochaufgereckten fertilen Wedel auffallend, eine im ganzen seltene Art, welche Waldsümpfe und beschattete Moore bewohnt, ohne doch so sehr wie N. thelypteris das offene Wasser zu suchen. Sie kommt hier und da im norddeutschen Flachland, in Süddeutschland ziemlich selten vor und dringt wenig in die Gebirge hinauf, obwohl ihr zusagende Standorte dort wohl auch zu finden wären, und die Art sonst klimatisch nicht anspruchsvoll ist, freilich auch im nördlichsten Europa fehlt. Außer Deutschland im nördlichen Frankreich, im mittleren Rußland, am Kaukasus, in Westsibirien, Japan, im östlichen Nordamerika.

15. *N. spinulosum* bildet mit 2, 12 und 16 die Gruppe der „großen Waldfarne", meist etwas seltener, zuweilen häufiger als 12 und selbst 2. Es bevorzugt humosen Standort, findet sich gern im Geröll kalkarmer Gesteine, auch an Baumstümpfen, zuweilen an Bachrändern beständig vom Wasser überflutet, selten auch als „Überpflanze" (Epiphyt) auf lebenden Bäumen, sehr selten im Kalkgebirge (in 2 Wochen, in denen ich im Juli-August 1921 die Schwäbische Alb durchstreift, habe ich ein einziges Exemplar dieser Pflanze gesehen). Meidet keineswegs die Ebene, scheint sich aber doch in gebirgiger Umgebung heimischer zu fühlen. N. s. findet sich außer dem äußersten Norden in ganz Mittel- und Nordeuropa, in Oberitalien, Korsika, Balkanhalbinsel, Nordasien und Nordamerika.

16. *N. dilatatum* wird vielfach als „Schattenform" von 15 bezeichnet, ist aber zweifellos weit mehr als bloße Standortsmodifikation. Es bevorzugt besonders feuchthumose und schattige Plätze, ohne doch an helleren Stellen gänzlich zu fehlen. So ging ich einmal eines Abends im August 1910 von Tetschen ein Stück weit in die „Sächsische Schweiz" hinein (beiläufig: ein schönes und hochinteressantes Landschaftsbild!); an der die Elbe begleitenden Straße war rechter Hand die Bergwand z. T. durch Mauern abgestützt, aus ohne Mörtel übereinander geschichteten Steinen, deren einzelne die Jahreszahl 1904 bzw. 1907 trugen, die Mauer war also noch recht jungen Alters. Aus ihren Ritzen wuchsen massenhaft junge Pflänzchen, z. T. schon mit fast handlangen Wedeln, hervor, wohl durch Sporenaussaat von den älteren Stöcken stammend, die in dem oberhalb gelegenen Walde häufig waren. Sie alle aber zeigten schon ganz deutlich die Merkmale des N. dilatatum, das sich, beiläufig bemerkt, schon in den ersten Stadien des Vorkeims durch die tonnen- bis fast kugelförmigen Zellen des Keimfadens von N. spinulosum und allen anderen mir in dieser Hinsicht bekannten Farnarten unterscheidet. Wird die Pflanze starker Besonnung ausgesetzt, etwa durch Abholzen des sie beschattenden Waldes, dann krümmen sich die Fiederchen stark nach unten

ein, eine physiologische Reaktion, die als besondere Varietät (l) unter dem Namen recurvata beschrieben worden ist. Der sehr stattliche Farn liebt die Ebene, in der er auch nicht völlig fehlt, entschieden weniger als das Gebirge, wo er bis über 2000 m aufsteigt. Im Riesengebirge findet er sich stellenweise massenhaft über der Baumgrenze zwischen den Steinblöcken, welche einige der Hauptgipfel bedecken; sehr schön z. B. am Reifträger. Außer Deutschland in fast ganz Europa, in Nordasien und Kleinasien, wie in Nordamerika; geht in Europa sowohl nördlich wie südlich über die Verbreitungszone von N. spinulosum hinaus.

17. *Polystichum lonchitis*, felsliebend, subalpin; trotz seiner nahen Berührung mit dem anstehenden Gestein bodenwag. Denn es findet sich in den Mittelgebirgen (Vogesen, Schwarzwald, Riesengebirge) auf kalkarmem Urgestein, in den bayrischen Alpen und in der hohen Tatra auf Kalk. Die Art scheint besonders leicht aus verwehten Sporen aufzugehen, denn sie ist oft in einzelnen Stöcken weit entfernt von ihrem eigentlichen Wohngebiet aufgefunden; so von mir im Jahre 1903 an einem Schieferfelsen (künstlichen Straßeneinschnitt) unweit Monschau (Montjoie) im Hohen Venn. Trotzdem ist ihr Vorkommen in den Mittelgebirgen auf wenige Standorte beschränkt. Sie findet sich in fast ganz Europa, auch in den Gebirgen Spaniens, Italiens und der Balkanländer, auf Korsika, Sizilien, Kreta, Kleinasien, Kaukasus, Nord- und Mittelasien, Nordamerika bis Grönland.

18. *P. lobatum*, sehr charakteristische, doch ziemlich veränderliche Art, dadurch merkmürdig, daß sie meist nur in ganz wenigen Exemplaren an einem Standort vorkommt. Bevorzugt schattige Waldstellen mit kiesig-humosem Boden, und ist mehr kiesel- als kalkliebend, findet sich aber in humusreichen Wäldern auch in den Kalkalpen. In den Kalkbergen der Schwäbischen Alb sah ich (in 2 Wochen) ein einziges Stück, an einem Felsen am Aufstieg von Laufen an der Eyach zum Lochenhorn; die Pflanze machte nicht den Eindruck, als ob sie sich dort besonders wohl fühle. Die Art ist im Flachland selten, in den Mittelgebirgen trifft man sie hier und da, auch manchmal an helleren Stellen, in den Alpen steigt sie bis 1500 und 2000 m auf. In fast ganz Europa außer dem höchsten Norden, in Rußland nur in den Ostseeprovinzen und in der Südwestecke, in Kleinasien, Kaukasus, Nordpersien.

19. *P. aculeatum (angulare)*, der vorigen nahe verwandt, ebenfalls formenreich und in manchen Formen nahe an solche von 18 streifend; von ähnlichem Vorkommen wie diese, aber eine mehr südliche Art und in Deutschland seltener, wärmere Lagen bevorzugend; in manchen Standortsangaben mit 18 verwechselt. So steht bei Cornelimünster, südlich von Aachen, P. lobatum und nicht aculeatum, wie ich im Jahre 1903 gemeinsam mit F. Wirtgen feststellen konnte. In Deutschland auf den Südwesten beschränkt, in den südlichen Schweizer Alpen, weiter Tirol mit Voralberg, Südostalpenländer bis Dalmatien, Siebenbürgen, England, Irland, Frankreich, Mittelmeerländer, Westafrikanische Inseln, Kamerun, Kilimandjaro, Abyssinien, Kapland, Komoren, Kleinasien, Kaukasusländer, Himalaja.

20. *P. Braunii*, an ähnlichen Standorten wie 18 und 19, mit denen es einen Formenkreis bildet, von noch zerstreuterer Verbreitung, ebenfalls oft nur in wenigen Stücken an einer Stelle. Besonders in Gebirgswäldern, in Vogesen, Schwarzwald, Odenwald u. a., Elbsandsteingebirge, Oberlausitz, vereinzelt in der Sudetenkette, häufiger vom Altvatergebirge bis in die Karpaten; in Südböhmen und bei Passau angegeben. In den Alpen der Schweiz, von Bayern, Tirol und weiter bis Kärnten und Krain und an einigen Stellen der Balkanhalbinsel.

21. *Struthiopteris germanica*, habituell durch die dicht geschlossenen „Körbe" auffallend; sehr gesellig wachsend, infolge vegetativer Vermehrung durch Seitenknospen der Erdstämme. Von sehr eigenartiger Verbreitung; denn obwohl dieser Farn von einer großen Zahl deutscher Standorte bekannt ist, muß man ihn doch zu den seltneren Arten zählen, die Fundorte liegen meist recht weit auseinander. Er bevorzugt Bachufer auf kiesig-moorigem Untergrund, besonders scheinen ihm kleine Tälchen im Wald zuzusagen, die er dann mit seiner Vegetation ganz ausfüllt; auf Kalk ist er selten. Im norddeutschen Flachland mehr im Osten verbreitet als im Westen; zerstreut in den Mittelgebirgen, häufiger in den Alpenländern, wo S. g. bis 1500 m aufsteigt, aber in tieferen Lagen sich in manchen Tälern massenhaft findet. Weiter in Dänemark, Skandinavien, Rußland, Oberitalien, Sizilien, Kleinasien, Kaukasus, ganz Nordasien, im östlichen Nordamerika.

22. *Woodsia ilvensis*, an Felsen oder in steinigem Waldhumus, schattiger oder lichter gestellt; bevorzugt Urgestein oder Basalt, Trachyt, Phonolyth; sehr selten auch Kalk. Selten im Schwarzwald, Harz usw., häufiger an den Kuppen der Rhön, der Oberlausitz, des Böhmischen Mittelgebirges, einmal in Schlesien, dort auf Gneis in tiefem Waldesschatten. Weiterhin in den Alpen und Karpaten; auf Island, in Großbritannien, Skandinavien, Finnland, Nordrußland, Krim, Kaukasus, Kleinasien, Süd- und Ostsibirien, Amurgebiet, in Nordamerika bis Grönland.

23. *W. alpina*, die kleinere Alpenform der vorigen, doch wohl als Art zu trennen, felsliebend, kalkmeidend. Findet sich an je einer Stelle im Riesengebirge (Basalt der Kleinen Schneegrube) und des Altvaters (Kessel), desgl. in der Hohen Tatra, zerstreut in den Schweizer und Tiroler, auch Salzburger und Kärntener Alpen, bis 2200 m ansteigend. Außerdem in Großbritannien, auf den Pyrenäen, Nordrußland, im Ural, in Nordasien und Nordamerika. (Eine dritte Art, *W. glabella*, alpin und kalkstet in den Südtiroler Dolomiten, ebenfalls weit über die Erde zerstreut.)

24. *Blechnum spicant*, an feuchten, humosen,

schattigen Stellen — verkümmernd, wo der Wald abgeholzt ist. Von seinem häufigen Zusammenvorkommen mit Nephrodium montanum war oben unter 11. die Rede. Auch von B. s. gilt, was dort von der Notiz „häufig im Riesen- und Isergebirge" gesagt ist: im eigentlichen Riesengebirge ist die Art ausgesprochen selten, erst wenn man von Josephinenhütte westwärts nach dem Isergebirge hinaufsteigt, sieht man sie in größeren Mengen; wirklich häufig ist sie an vielen Stellen des Isergebirges. In ganz Deutschland verbreitet, nur in Ostpreußen fast fehlend, auch sonst im Flachland entschieden seltener als in den Gebirgen, in denen unser Farn bis 2400 m emporsteigt. Weiter in West- und Nordeuropa, doch wenig in Rußland, Gebirge der Mittelmeerländer bis Marokko, Syrien, Kleinasien, Kaukasus, Nordatlantische Inseln, Kamtschatka, Japan, westliches Nordamerika.

25. *Scolopendrium vulgare*, an schattigen, feuchten Hängen oder Felsen, gern auf Kalk, doch zuweilen auch auf Tonschiefer u. a. Gestein, nicht oft an Mauern (wegen zu starker Austrocknung?), aber gern, z. B. öfter in den Rheingegenden, in den Mauern von Brunnen. In Westdeutschland häufiger als im Osten, in Schlesien nur an einer Stelle in wenigen Stücken, im ganzen Alpengebiet verbreitet. Außerdem in Großbritannien, vereinzelt in Norwegen, Schweden und Dänemark, auf den Azoren und Madeira, in den Mittelmeer- und den Balkanländern, Südwestrußland, Kaukasus, Armenien, Persien, Turkestan, Japan, Nordamerika, Mexiko.

26. *Ceterach officinarum*, kalkliebend, ohne kalkstet zu sein, an trockenen Felsen und an Mauern, durch die lederige Beschaffenheit und die unterseitige starke Spreuhaarbekleidung der bei Austrocknung sich nach oben einkrümmenden Wedel wohl an Trockenschutz angepaßt. Eine südliche Pflanze, die in Belgien und Mitteldeutschland ihre Nordgrenze erreicht, und in Deutschland fast ganz auf den Westen beschränkt ist, freilich auch noch an zwei Stellen in Böhmen vorhanden. Ein Fundort ist bei Bregenz angegeben, von da findet sich die Art erst wieder in Südtirol, und weiter östlich durch Steiermark und Krain bis Ungarn und Montenegro. Ferner in Großbritannien, Frankreich, Portugal, auf den Nordatlantischen Inseln, im Mittelmeergebiet bis zur Krim, in den Balkanländern, im Kaukasus, Armenien, Persien, Turkestan, Afghanistan, Himalaja, Nordafrika.

27. *Asplenum trichomanes*, bodenvage Felsenpflanze, oft auch massenhaft an alten Mauern, an kiesigen, etwas feuchten Abhängen, auch auf vermorschten Baumstümpfen, in den Bergen viel häufiger als in der Ebene, in allen Gebirgen und auf allen Gesteinsarten verbreitet, nur sehr nährstoffarme quarzitische Gesteine meidend, doch im Kalkgebirge meist seltener als 29., in den Alpen bis 1600 m aufsteigend. Ungemein weit über die Erde verbreitet: Europa, Nordafrika, Nordatlantische Inseln, Westasien, Himalaja, China, Japan, Australien, Tasmanien, Neuseeland, Hawai, fast ganz Amerika, Kapland, Madagaskar.

28. *A. adulterinum*, ausgesprochene Serpentinpflanze, nur ganz ausnahmsweise auf anderes Gestein, gelegentlich auch auf Mauern übergehend. Auf Felsen und im Geröll der Serpentinberge in Nordbayern, Sachsen, Schlesien, Böhmen, Mähren, Steiermark und Ungarn, auch von Davos in der Schweiz angegeben.

Anmerkung: Die Art ist ohne Zweifel mit 27 und 29 nahe verwandt; durch die unten braun, oben grün gefärbte Spindel lag der Verdacht, es könne ein Bastard der beiden sein, recht nahe, was ja auch der Name andeutet. Doch hat 28 ein Merkmal, das keine der beiden anderen Arten besitzt: den Habitus, der durch die steile Aufrichtung der Wedel, namentlich der fertilen, und durch die Wagrechtstellung der in ihren Stielchen gedrehten Fiedern bedingt ist. Den wirklichen Bastard A. trichomanes × viride fand ich i. J. 1915 im Königlichen Garten zu Oliva bei Danzig, in dem Alpinum, das dort Garteninspektor Wocke angelegt hatte; die beiden Eltern standen nicht weit davon. Die dort entstandene Bastardpflanze sah aber ganz anders aus als A. adulterinum!

29. *A. viride*, Felsenpflanze, mit Vorliebe auf Kalk, und in den Alpen diesen entschieden bevorzugend, oft zusammen mit 5 und 8, aber auch auf anderem Gestein. Sowohl im Riesengebirge, wie im Schwarzwald habe ich die Art an isoliert stehenden Gneisfelsen gesehen, an denen von einer Kalkanreicherung durch herabrinnendes Wasser (s. Einleitung) nicht die Rede sein konnte. Zuweilen auch an gemörtelten Mauern; im allgemeinen mehr Schatten und Feuchtigkeit liebend als 27. In der Ebene sehr selten, in den norddeutschen Gebirgen verstreut, im süddeutschen Jura etwas verbreiteter, in allen kalkreichen Teilen der Alpenkette, stellenweise häufig, bis über 2000 m, bis Dalmatien, Westungarn, im Westen der Balkanhalbinsel. Weiter in Nordeuropa, höhere Gebirge von Spanien und Italien, Kleinasien, Kaukasus, Sibirien, im gemäßigten Nordamerika.

30. *A. lanceolatum* bewohnt beschattete Felsen meist kalkarmer Gesteine; atlantische Pflanze, deren Verbreitungsgrenze in unser Gebiet nur im äußersten Westen übergreift: je ein Standort in der Pfalz und im Elsaß. Weiter in Irland und Süd- und Westengland, Frankreich, Spanien, Portugal, Azoren, Madeira, Kanaren, St. Helena; Südeuropa bis zu den griechischen Inseln, Nordafrika.

31. *A. fontanum*, die zierliche, an Blätter der Schafgarbe erinnernde Pflanze ist ausgesprochen kalkhold, findet sich an feuchten, schattigen Felsen oder Mauern. Im ganzen selten, nur im Schweizer Jura stellenweise häufig; zwei Standorte im südlichen Baden, einer in der Schwäbischen Alb; vereinzelt von den Seealpen, nach Osten immer seltener, bis Vorarlberg, je ein Standort in Belgien und Westfrankreich. Weiter in England, Frank-

reich, Pyrenäen, Nord- und Ostspanien, Kreta, Turkestan, nordwestliches Indien. Eine vorwiegend durch kräftigeren Wuchs unterschiedene Unterart, *A. Halleri,* ist von ähnlicher Verbreitung, doch auf deutschem Boden noch nicht gefunden.

32. *A. septentrionale,* durch seine mehr einem Gras als einem Farnkraut ähnliche Tracht den Eindruck einer xerophilen Pflanze machend, aber nicht sehr gegen Vertrocknen geschützt, denn in heißen Sommern findet man an sonnigen Felsen oft vom August oder schon von Ende Juli an sämtliche Wedel völlig verdorrt (vgl. dazu Nr. 34). Die Art bewohnt Felsen oder Feldmauern, findet sich fast nie auf Kalk. Auf anstehendem Fels von Granit usw., von Tonschiefer und Sandstein ziemlich häufig, im Flachlande naturgemäß seltner, weil es an passenden Standorten mangelt. Sonnige oder doch helle Plätze werden entschieden bevorzugt; im Schatten bringt es die Pflanze nicht zur Sporenbildung. In fast allen Gebirgen Europas, bis zu 2500 m Meereshöhe, weiter in Nordafrika, Kleinasien, Kaukasus, Hochgebirge Mittelasiens, in Neumexiko und Kalifornien.

33. *A. fissum,* seltene, Kalkfelsen und -Geröll bewohnende Art, an wenigen Stellen der bayrischen Alpen gefunden, in vereinzelten Standorten über die Alpenkette zerstreut, bis 2000 m hinauf; von den Ostalpen bis auf die Balkanhalbinsel, auch in Süditalien.

34. *A. ruta muraria,* ausgesprochen kalkholde Art, die ihren Namen „Mauerraute" mit Recht trägt, denn geeignete Mauern (natürlich solche mit Kalkmörtel) bedeckt sie oft zu Hunderten, während man im Kalkgebirge oft recht lange suchen kann, bis man einen einzelnen Stock oder einen kleinen Bestand davon findet. Das Pflänzchen ist trotz seines zarten Aussehens besser auf Trockenschutz angepaßt als 32, selbst an der Südseite von Mauern, die doch leichter austrocknen müssen als größere Felsblöcke, findet man es auch in heißen Sommern meist noch frisch. Die Art wächst gelegentlich auch, z. B. im Südharz, auf Gips, wo auch 8 vorkommt; man darf wohl annehmen, daß durch Verwitterung ein Teil des $CaSO_4$ in $CaCO_3$ übergegangen sei. Einmal sah ich die Art auch auf Serpentin (am Geiersberg beim Zobten in Schlesien), auch das ist nicht allzu auffallend, da Serpentin ein Magnesiagestein, und Mg mit Ca chemisch nahe verwandt ist. Überrascht war ich, auch einmal, bei Eimelrod am Nordrande des Sauerlandes, die Art in zwei Exemplaren auf Devonschiefer zu sehen. Mit ein paar mitgenommenen Gesteinsstücken habe ich dann, mit sehr primitiven Hilfsmitteln, eine Art von Analyse vorgenommen, die mir einen gewissen Kalkgehalt dieses Schiefers gezeigt hat. Die Mauerraute ist, obwohl nicht an Naturgestein gebunden, doch in den gebirgigen Teilen Deutschlands viel häufiger wie im Flachland, kommt jedoch noch auf einigen Nordseeinseln vor. Sonst in fast ganz Europa, Nordafrika, Asien bis zum Himalaja und Nepal, im gemäßigten Nordamerika.

35. *A. adiantum nigrum,* durch überwinternde Wedel ausgezeichnet, an Felsen, auf steinigem Waldboden, auch an Baumwurzeln, fast nie auf Kalk, im rheinischen Schiefergebirge gern in (ungekalkten) Weinbergsmauern. In Deutschland nur im gebirgigen Teil (einer der nördlichsten deutschen Standorte an Felsen des Ruhrtales bei Essen), doch nicht in höhere Lagen hinaufgehend, und im Westen weit häufiger als im Osten, doch auch in Schlesien noch an einigen Stellen, vereinzelt noch in Ungarn. Sonst in Belgien, Holland, Südschweden, Südnorwegen, Großbritannien, Frankreich, Mittelmeergebiet, Balkanhalbinsel, Persien, Afghanistan, Afrikanische Inseln, Hochgebirge im tropischen Afrika, Kapland.

36. *A. serpentini (cuneifolium),* als Unterart zu 35 gestellt, von der sie durch zarteres, nicht überwinterndes Laub abweicht. Typische Serpentinpflanze, in Felsen und auf steinigem Boden, auch in Wäldern, selten auf anderem Untergrund. Auf seinem zugehörigen Substrat häufiger als die Hauptart auf dem ihrigen, dort auch meist in größerer Zahl als 28. Findet sich auf Serpentinbergen von Nordbayern und Nordböhmen, Sachsen, Schlesien (Zobtengebirge!), auch an einzelnen Stellen weiter östlich und südöstlich bis Siebenbürgen und Bosnien, außerdem in Schottland, Frankreich, Spanien, Balkanländer, in den Apenninen, in Transkaukasien und Südchina. Eine zum gleichen Formenkreis gehörige Unterart, *A. onopteris,* ist in Deutschland nur vom Zobtengebirge bekannt, sonst von südlicher Verbreitung: Mittelmeergebiet bis zum Südfuß der Alpen, Irland, Portugal, Bulgarien, Nordatlandische Inseln, Portoriko, Hawaiinseln.

Anmerkung: Wie und wodurch eigentlich diese Serpentinfarne, 28 und 36, entstanden sind, ist noch recht strittig. Zwar ist eine Abhandlung von Sadebeck, 1887, bekannt, nach welcher bei fortgesetzter Kultur auf serpentinfreiem Boden die beiderlei Formen in der 5. bzw. 6. Generation in A. viride bzw. A. adiantum nigrum zurückgeschlagen seien, nachdem zuvor nur je einige Wedel die Eigenschaften von 29 bzw. 35 gezeigt hätten. Doch ist diese Mitteilung angezweifelt worden, so von Ascherson (vgl. Synopsis), der mir auch persönlich versicherte, die Sache sei sehr ungewiß, es habe niemals jemand die Züchtungsergebnisse Sadebecks gesehen. Letzterer berichtet übrigens, es sei ihm nicht gelungen, aus den Stammarten durch Kultur auf Serpentin die Serpentinformen zu erzielen. Die Frage läßt zwei Möglichkeiten zu: entweder hat die Stammform auf ihrem zugehörigen Boden die Varietäten abgespalten, welche außer anderen Merkmalen noch die Eigenschaft hatten, auf keinem anderen Boden so gut zu gedeihen wie auf Serpentin, oder auf Serpentin gelangte Abkömmlinge der Stammarten sind durch die neue Unterlage morphologisch und physiologisch abgeändert worden, durch „direkte Bewirkung". Nun wissen wir ja, daß ein ungewohnter Standort die Pflanzengestalt „modi-

fizieren" kann, aber nahezu alle Vererbungsforscher sind darin einig, daß solche Modifikationen nicht erblich sind! Jedenfalls ist dieses für eine große Zahl von Fällen direkt bewiesen. Auch gibt es in der gesamten Pflanzenwelt der Serpentinstandorte nicht mehr als drei (!) abgeänderte Pflanzen, außer den beiden Farnen nur noch Cerastium arvense var. alsinifolium, an einer einzigen solchen Stelle gefunden. Man vergleiche auch was unter 3, 37 und 40 gesagt ist, besonders, daß die stark behaarte Form des Adlerfarns zwar Kalkboden bevorzugt, daß aber meistens, wo die Art auf Kalk vorkommt, nicht die Varietät, sondern der Typus sich findet; also: es ist nicht der Kalk, der die Abweichung hervorruft. Die Erzeugung erblicher Abänderungen durch „direkte Bewirkung" findet also auch in den hier besprochenen Fällen keine Bestätigung. Nach allem, was darüber bekannt ist, entstehen neue Formen stets nur in einzelnen Stücken, die ihre Eigenschaften, wenn sie erhaltungsfähig sind, auf ihre Artgenossen übertragen können; was aber die Ursache des Auftretens neuer Formen (von Kreuzungen abgesehen) eigentlich sei, das bleibt noch zu erforschen.

37. *Pteridium aquilinum*, der bekannte, durch seine weithinkriechenden Erdstämme meist herdenweise wachsende „Adlerfarn", bevorzugt entschieden Sandboden, nur nicht die allzu sterilen und trockenen Sandfelder; er wächst viel in Heiden, auch in Wäldern, und meidet im allgemeinen Kalk, ohne ihn doch gänzlich zu fliehen. Eine stark behaarte Varietät, lanuginosum, scheint kalkhaltigen Boden zu bevorzugen, ist aber nicht die typische Form aller Kalkstandorte. Die Art ist in ganz Europa mit Ausnahme des hohen Nordens häufig, sonst fast über die ganze Erde verbreitet, fehlt nur in eigentlichen Wüsten- und Steppengebieten.

38. *Allosorus crispus*, alpine Geröll- und Felsenpflanze von 1000 bis rund 2500 m Meereshöhe, nur auf kalkarmem Boden. Außer den Alpen im Riesengebirge, im Schwarzwald, Vogesen, Bayrischen Wald; im Harz (Königskutsche am Steinberg bei Goslar) früher, doch lange ausgerottet; an je einer Stelle in Luxemburg und im Hohen Venn, nicht weit davon mehrere Standorte in den belgischen Ardennen. In den Alpen ostwärts bis Steiermark und Kärnten; weiter in Nordeuropa, Großbritannien, im mittleren Frankreich, in den Pyrenäen und den Gebirgen Spaniens, Apenninen, Korsika, Bulgarien, Kleinasien, Afghanistan. Die Art scheint sich nicht leicht zu verbreiten, auch sind die Sporen schwierig zur Keimung zu bringen.

39. *Notholaena Marantae*, südliche, an steinigen Hängen, mit Vorliebe auf Serpentin wachsende Art, an wenigen Stellen in Mähren, Niederösterreich, Steiermark, sonst im Mittelmeergebiet, Nordatlantische Inseln, Portugal, Südwestfrankreich, Balkanhalbinsel, Abyssinien, Südwestasien bis zum Himalaja.

40. *Polypodium vulgare*, eine unserer häufigsten Arten, wächst gern auf schattigem, etwas steinigem Boden, auch an Felsen und Mauern, doch sehr selten auf Kalk; im Flachland oft auf alten vermorschten Baumstubben, zuweilen auch als Epiphyt auf Kopfweiden u. a.; es bevorzugt nährstoffarme Standorte, und scheint sich an oder auf Sandsteinfelsen besonders wohlzufühlen. Die sehr seltenen Vorkommen auf Kalk oder in den Ritzen gemörtelter Mauern erklären sich wohl weniger durch Wahllosigkeit der Art, als durch eine besondere, nur morphologisch nicht unterscheidbare „physiologische" Rasse. So wächst z. B. typisches Aconitum napellus in der Eifel nur auf Dolomit, ohne auf den nahen Devonschiefer überzugehen, während die gleiche Art sonst allenthalben auf kalkarmen Böden zu Hause ist. Auch die „spezialisierten Formen" vieler parasitischer Pilze könnte man als Beispiel anführen; sie sind für uns durch nichts anderes unterscheidbar, als durch die Fähigkeit bzw. Unfähigkeit, bestimmte Arten von Wirtspflanzen zu befallen. — P. v. ist über die ganze nördliche Zone der Erde, bis über den Polarkreis, verbreitet, findet sich außerdem in Mexiko, Südafrika, auf den Kerguelen- und Hawaiinseln.

41. *Osmunda regalis*, der stattliche „Königsfarn", liebt den Schatten der Wälder und feuchten humosen, auch torfigen Untergrund, wächst gern in der Nähe der Bachränder. Er ist leidlich häufig in Nordwestdeutschland, meidet aber die höheren Gebirge und wird nach Osten immer seltener, schon in ganz Österreich nur an wenigen Stellen. Übrigens im größten Teil von Europa, zumal im Westen und Süden, in West-, Süd- und Ostasien, auch in Afrika einschließlich vieler seiner Inseln und in einem großen Teile von Amerika. Wichtig als der einzige europäische Vertreter einer kleinen, nur 11 Arten zählenden Familie, welche den Übergang bildet von den jüngeren leptosporangiaten Polypodiaceae zu den älteren, vielfach ausgestorbenen, jetzt fast ganz tropischen eusporangiaten Farnen.

Von diesen kommt bei uns nur eine wenig artenreiche Familie vor, die Ophioglossaceae:

42. *Ophioglossum vulgatum*, 43. *Botrychium lunaria*, 44. *B. ramosum*, 45. *B. simplex*, 46. *B. matricariae*, 47. *B. virginianum*, die wir summarisch behandeln können, da sie an den Standort ziemlich gleiche Ansprüche stellen, sie bewohnen meist trockene Wiesen oder Heiden, gelegentlich Dünen, auch zuweilen Wälder; 42 liebt etwas mehr die Feuchtigkeit. Eigentlich häufig ist keine Art, am verbreitetsten noch 42 und 43; die anderen sind ziemlich bis sehr selten und weit zerstreut. In den Bergen gehen 43 und 46 am höchsten hinauf, bis über die Baumgrenze; 47 in Deutschland nur in den Bayrischen Alpen und in Ostpreußen. Auch diese sechs Arten sind weit über Europa und die anderen Erdteile verbreitet.

Diese weite Verbreitung vieler Farnarten ist darum von besonderem Interesse, weil sich ihr

kaum etwas aus dem ganzen Reich der Blütenpflanzen an die Seite stellen läßt (daß manche Arten erst durch den Menschen als „Unkräuter" weithin verbreitet worden sind, ist ein besonderer Punkt, von dem hier nicht weiter die Rede sein soll). Jene weite Verbreitung erklärt sich wohl zum Teil aus der leichten „passiven Wanderungsfähigkeit" der staubfeinen Sporen, aber wohl auch aus dem hohen Alter der ganzen Klasse; — wobei wir freilich nicht vergessen dürfen, daß fast alle Arten unserer Liste von 2 bis 40 zu der geologisch jüngsten aller Familien der Filices gehören.

Farnbastarde sind in unserem Gebiet ziemlich viele gefunden, doch meist als große Seltenheiten in vereinzelten Stücken. Merkwürdig ist, daß der häufigste von allen, *Asplenum germanicum*, gerade von zwei Elternarten mutmaßlich abstammt, die wir als morphologisch einander recht fernstehend ansehen müssen: A. septentrionale und A. trichomanes, in deren Gesellschaft die Hybride regelmäßig gefunden wurde. Daraus geht also hervor, daß A. g. nur auf Kieselgestein bzw. an Feldmauern vorkommt. Es ist immerhin eine seltene Pflanze, aber doch in Deutschland an mehreren Hunderten von Stellen gesammelt. Die Angaben in den Floren beziehen sich freilich vielfach auf Plätze, an denen A. g. heute nicht mehr vorhanden ist. Es ist ein übler Mißbrauch, solch seltene und interessante Pflanze gleich mit Stumpf und Stiel auszurotten, wo es doch mit den Einlegen einiger Wedel genug wäre. Einige Formen sind als Rückkreuzungen mit einer der beiden Elterarten bezeichnet worden; das kann zutreffen, denn wenn auch A. g. sich vermutlich nur aus apogamen Vorkeimen fortpflanzt, so erzeugen diese doch Antheridien mit schwärmfähigen Samenfäden, so daß eine erneute Kreuzung wohl möglich sein könnte. Andererseits ist zu bemerken, daß, wie wir von Blütenpflanzen wissen, auch ein einfacher Bastard mehr zu dem einen als zu dem anderen Elter hinneigen kann (patrokline und metrokline Bastarde). — *Nephrodium remotum*, der Bastard von N. filix mas und N. spinulosum bzw. N. dilatatum, ist viel seltener, nur an wenigen Punkten bisher gefunden; an den meisten Stellen, welche die Elterarten gemeinsam bevölkern, wird man diese Hybride vergeblich suchen.

Über die neuen Zeißschen Mikroskop-Objektive und Okulare.

[Nachdruck verboten.] Von Prof. Dr. **Max Wolff** (Eberswalde).

Bislang waren nur die Apochromate nebst den zugehörigen Kompensationsokularen, und m. W. übereinstimmend von allen Firmen, die sich mit der Erzeugung von solchen beschäftigten, unter Befolgung einer gewissen Ratio bezeichnet worden, die eine leichte Berechnung der resultierenden Vergrößerung ermöglichte und sich also vorteilhaft von der Willkür unterschied, mit welcher man Achromate und zugehörige Okulare durch Buchstaben oder Ziffern zu kennzeichnen pflegte.

Wie bekannt, beruht jenes von Abbe aufgestellte Klassifikationsprinzip auf der Übervergrößerung der Kompensationsokulare, die im Verhältnis 2 : 4 : 6 : 8 : 12 : 18 abgeglichen ist. Das mit Nr. 2 bezeichnete Kompensationsokular erhöht bei einer (mechanischen!) Tubuslänge von 160 mm die Eigenvergrößerung des Apochromaten auf den zweifachen Betrag, die andern tun das in dem durch ihre Nummer ausgedrückten Maße und im entsprechenden Verhältnis zu der soeben angegebenen des „Schwerokulars" Nr. 2.

Da die Apochromate immer außer der num. Apertur auch die Äquivalentbrennweite (in mm ausgedrückt) auf ihrer Fassung eingraviert tragen, nach der man sie ja zu benennen pflegt, — 8 mm-Apochromat, 3 mm-Apochromat usw., — kennt man ohne weiteres die zur schnellen Berechnung der resultierenden Vergrößerung, ohne daß irgendeine Messung erforderlich wäre, notwendigen Zahlen. Immerhin muß eine wichtige Größe, die Eigenvergrößerung des Objektives erst berechnet werden. Sie ist gleich der Weite des deutlichen Sehens (in mm ausgedrückt, also = 250) dividiert durch die Äquivalentbrennweite des Objektives (ebenfalls in mm ausgedrückt).

Die bei der Kombination eines Apochromaten mit einem Kompensationsokular resultierende Vergrößerung (NB.! für eine Projektion auf 250 mm) ergibt sich also sehr einfach, indem man die aus der bekannten Äquivalentbrennweite berechnete Eigenvergrößerung des Objektivs mit der durch die Okularnummer ausgedrückten Übervergrößerung des Okulars multipliziert. Der 16 mm-Apochromat a. e. hat eine Eigenvergrößerung von $\frac{250}{16} = 15{,}5$. Mit dem Kompensationsokular 4 resultiert demnach die Gesamtvergrößerung $15{,}5 \cdot 4 = 62$.

Diese Berechnung ist also zwar einfach, aber die Bezeichnung der Elemente gestattet doch nicht, durch einfache Multiplikation bequemer Zahlen sofort die Vergrößerung des Systems zu finden. Und, wie gesagt, bei den achromatischen Objektiven und Okularen hatte die Bezeichnung bisher überhaupt keine Beziehung zur Eigen- bzw. Übervergrößerung. Hier mußte die Vergrößerung gemessen, oder, wenn es nicht auf größte Genauigkeit ankam, den Zusammenstellungen in den Katalogen entnommen werden. Es wird kaum einen Mikroskopiker gegeben haben, der die aus der Kombination von in einem halben Dutzend Objektiven und ebenso vielen Okularen resultierenden Vergrößerungen auswendig gelernt hätte!

Diesem Zustande hat nun die Firma Carl Zeiß ein Ende gemacht. Ihre neue Bezeichnung von Objektiven und Okularen macht alle Tabellen überflüssig. Man hat lediglich die Nummer des Objektivs mit der des Okulars zu multiplizieren und erhält dann ohne weiteres die erzielte Vergrößerung. Und zwar gilt das für alle von ihr erzeugten Mikroskop-Objektive und -Okulare, Apochromate und Achromate, Kompensations- wie gewöhnliche Huygenssche und orthoskopische Okulare.

Die Objektive haben durchweg als Nummer den Wert ihrer „Einzelvergrößerung" erhalten, d. h. der Vergrößerung, in der das reelle Zwischenbild, welches vom Objektiv bei richtiger Einstellung nahe am oberen Ende des Tubus entworfen wird, das Objekt abbildet.

Die Okulare haben durchweg den Wert ihrer Lupenvergrößerung als Nummer erhalten.

Wie die folgende Zusammenstellung sämtlicher Einzelvergrößerungen (= Nummern!) der neuen Zeißschen Objektive und der Lupenvergrößerungen der neuen Zeißschen Okulare [1]) zeigt, sind die Vergrößerungswerte von Objektiven und Okularen auf derart bequeme, runde Zahlen gebracht werden, daß die Multiplikation von Objektiv- und Okular-Nummer, die die resultierende Vergrößerung ergibt, ohne weiteres schnell im Kopfe ausgeführt werden kann: ein Blick auf Objektiv- und Okular-Nummer, — und man hat die Vergrößerung der betreffenden Kombination. Und zwar mit einer den früher benutzten Tabellen mindestens ebenbürtigen Genauigkeit, da Zeiß (im Gegensatz zu vielen sonst ebenfalls hervorragend arbeitenden Firmen, bei denen diese Werte starken Schwankungen unterworfen sind, wie schon der Einblick in die einzelnen Jahrgänge ihrer Preislisten lehrt) die Vergrößerungswerte (Einzelvergrößerung der Objektive) bis auf wenige Prozente genau einhält.

[1]) Auf die Bedeutung der Sehfeldzahlen der Okulare werde ich am Schluß noch näher eingehen.

Übersicht der neuen Nummern der Zeißschen Objektive und Okulare.

Achromate

Nr.		3	5	6	8	10	20	40 ××	60	90	Trockensysteme mit fester Vergrößerung
Nr.	1—1,5	1,5—2	1,2-2,5								Trockensysteme mit variabeler Vergrößerung
Nr.				6				40		90	Wasserimmersionen
Nr.									50	90	100 Homogene Ölimmersionen

×× wird mit der Apertur 0,65 und 0,85 gebaut, mit letzterer als Fluoritsystem; desgl. sind die Nrn. 60 und 90 der Trockensysteme und die homogene Ölimmersion 100 Fluoritsysteme!

Apochromate

Nr.	10	20	40	60				Trockensysteme
Nr.					70			Wasserimmersion
Nr.				58	60 ××	90	100	Homogene Ölimmersionen

×× wird mit der Apertur 1,3 und 1,4 gebaut!

	Huygenssche Okulare					Orthoskopische Okulare			Kompensationsokular					
Nr.	4	5	7	10	15	12,5	17	28	3	5	7	10	15	20
Sehfeldzahl	24	23	18	14	8	16	13	6,5	23	23	18	13	11	8

Um einen Anhalt für den Vergleich mit den gebräuchlichsten älteren Objektiven zu geben, sei erwähnt, daß der Achromat Nr. 8 mit dem früheren A, der Achromat Nr. 40 (mit der Apertur 0,65) mit dem früheren D, die homogene Ölimmersion Nr. 90 mit der früheren $^1/_{12}$" (mit der Apertur 1,25), daß ferner die Huygensschen Okulare Nr. 4, 5, 7, 10, 15 mit den älteren Nrn. 1, 2, 3, 4, 5 annähernd übereinstimmen.

Es entsprechen sich also, wie die resultierenden Vergrößerungen zeigen, folgende Kombinationen der neuen und der alten Objektive und Okulare annähernd:

Neue Bezeichnung

Achromate	Huygenssche Okulare 4	5	7	10	15
8	32	40	50	80	120
40	160	200	280	400	600
90	360	450	630	900	1350

Alte Bezeichnung

Achromate	Huygenssche Okulare 1	2	3	4	5
A	42	54	79	97	130
D	175	220	330	385	550
$^1/_{12}$"	410	515	750	920	1280

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die von der Firma Carl Zeiß durchgeführte Normung ihrer sämtlichen Mikroskop-Objektive und Okulare, die eine so bequeme Berechnung der Vergrößerung ermöglicht, einen Fortschritt bedeutet, der nicht hoch genug bewertet werden kann. Daß sich die Firma zu dieser Normung entschloß, verdient gerade in heutiger Zeit besondere Anerkennung, da sämtliche Objektive und Okulare ja zu diesem Zweck einer kostspieligen Umkonstruktion unterworfen werden mußten. Bei Veröffentlichungen von Zeichnungen u. dgl. (sofern die Projektion mittels Zeichenapparates auf eine in natürlicher Sehweite stehende Zeichenfläche erfolgte) ist es künftig nur notwendig, das aus Objektiv- und Okular-Nummer gebildete Produkt (z. B. 40·5) beizufügen, um nicht nur die verwendete Objektiv-Okular-Kombination, sondern auch die resultierende Vergrößerung ausreichend genau anzugeben.

Außerdem teilt Zeiß jetzt aber bei seinen sämtlichen Okularen noch ein wichtiges Datum mit, die sog. Sehfeldzahl, die der Leser in der obenstehenden Tabelle unter den Okularnummern findet. Das Produkt von Okularnummer und Sehfeldzahl ist gleich dem Durchmesser (in mm) des vom Mikroskop (gleichgültig mit welchem Objektiv) bei Benutzung des betreffenden Okulars in 250 mm Entfernung projizierten virtuellen Bilder. Es gibt also Okular 4 in 250 mm Entfernung einen Lichtkreis von 4·24 = 96 mm Durchmesser; in 500 mm Entfernung ist der Lichtkreis natürlich doppelt so groß, = 192 mm Durchmesser, usw. Die Sehfeldzahl ist also sehr wichtig für alle mikrophotographischen Arbeiten. Sie gestattet schon am Mikroskopiertisch über die Plattenformate, die zur Verwendung kommen sollen, oder über die für eine Aufnahme erforderliche Okularnummer, falls man auf ein bestimmtes Format sich festlegen muß, zu disponieren. Das ist dann stets von Bedeutung, wenn das ganze Gesichtsfeld abgebildet werden soll.

Der aus der Sehfeldzahl als Zähler und der Objektivnummer als Nenner gebildete Quotient dagegen gibt in mm den Durchmesser der kreisförmigen Objektebene an, die mit dem verwendeten Okular und Objektiv auf einmal übersehen werden kann. So würde bei der Kombination des Achromaten Nr. 40 und des Huygensschen Okulars Nr. 5, dessen Sehfeldzahl 23 ist, ein flächenhaftes Untersuchungsobjekt einen Durchmesser von $^{23}/_{40}$ = 0,575 mm haben dürfen, um gerade noch voll überblickt werden zu können. Die Vergrößerung wäre dabei 40·5 = 200 fach. Genau dieselbe Vergrößerung erhält man auch, wenn man das, annähernd dem alten Objektiv C entsprechende neue Objektiv Nr. 20 mit dem, ebenfalls angenähert dem alten Okular Nr. 4 entsprechenden neuen Okular Nr. 10 kombiniert, dessen Sehfeldzahl 14 ist. Man sieht sofort, daß man mit dieser Kombination ein nicht unbeträchtlich größeres Objekt auf einmal überblickt, denn seine größte Ausdehnung darf nunmehr schon $^{14}/_{20}$ = 0,7 mm betragen. Diese bequeme Berechnung der größten zulässigen Ausdehnung eines in einem Gesichtsfelde abzubildenden Untersuchungsobjektes wird sehr häufig praktische Bedeutung erlangen, besonders wenn Hilfskräfte (Zeichner, Photographen, Bedienung des Projektionsapparates) kurz darüber instruiert werden sollen, mit welcher Kombination zu arbeiten ist, und zwar vor allem dann, wenn es sich um eine größere Zahl von Präparaten handelt, die sonst einzeln zu diesem Zweck durchgesehen werden müßten. Das wird, wenn man sich der Sehfeldzahl bedient, überflüssig, sofern man die ungefähre Größenordnung der zu untersuchenden Objekte kennt.

Die besprochenen Neuerungen in der Bezeichnung mikroskopischer Objektive und Okulare erscheinen mir wichtig genug, um eine kurze Behandlung zu rechtfertigen. Denn man wird künftig ohne Zweifel bei Neuanschaffungen stets Instrumenten den Vorzug geben, deren Objektive und Okulare in der geschilderten Weise genormt sind.

Einzelberichte.

Der Farbensinn der Biene.

Im Jahre 1913 sprach der Ophthalmologe C. v. Heß die Meinung aus, daß die Honigbiene keine Farben sehe, sondern nur verschiedene „Helligkeitswerte" unterscheiden könne. Dementgegen wurde nun der Farbensinn der Bienen durch die sinnreichen Versuche des Zoologen K. v. Frisch sicher erwiesen. v. Frisch hat Bienen auf eine Farbe, z. B. auf Blau dressiert; wenn er ihnen dann unter einer Anzahl verschieden abgestufter Graupapiere, welche verschiedene Helligkeiten darstellten, die Dressurfarbe darbot, fanden sie diese sofort heraus. Würde das Bienenauge das Blau nur als ein bestimmtes Grau sehen, so hätten die Bienen die Dressurfarbe zweifellos mit einem der Graupapiere verwechselt, das den gleichen Helligkeitswert wie das Blau besaß. Die Versuche wurden in solcher Mannigfaltigkeit dargestellt, daß alle Einwände ausgeschlossen waren:

1. Die Graupapiere waren in genügend starker Abstufung vorhanden und die Bienen konnten nicht einmal die verschiedenen Grau mittlerer Helligkeit voneinander unterscheiden.

2. Die Bienen erkannten das farbige Papier nicht etwa an einem für die Bienen vielleicht wahrnehmbaren spezifischen Geruch der Farbe. Die Versuche gelangen nämlich ebensogut, als sämtliche Versuchspapiere mit einer großen Glasplatte bedeckt wurden.

3. Das farbige Papier hob sich nicht durch besonderen Glanz von den Graupapieren ab. Als nämlich die Graupapiere mit Firnis überzogen wurden, war das Ergebnis ebenso positiv wie vorher.

4. Daß die Bienen einen ausgeprägten Ortssinn besitzen, ist unbestritten. Um nun zu verhindern, daß die Bienen etwa durch ihren Ortssinn das farbige Papier wieder auffinden könnten, wurde die Anordnung der Versuchspapiere häufig gewechselt.

5. Da zu den Versuchen immer neue, von den Dressurpapieren verschiedene, ganz reine Papiere verwendet wurden, ist es nicht möglich, daß die Bienen durch einen spezifischen Bienengeruch oder durch Verunreinigungen von Futtermitteln (Zuckerwasser oder Honig) zum Farbenpapier hingelenkt wurden.

Weiterhin untersuchte v. Frisch aufs eingehendste die Beschaffenheit des Farbensinns, wobei er zu folgenden Ergebnissen kam: Für das Bienenauge ist das Spektrum am langwelligen Ende verkürzt. Ein reines Rot wird also nicht von Schwarz unterschieden. Die Biene kann nur „kalte" und „warme" Farben unterscheiden. Sie verwechselt Orangerot mit Gelb und mit Grün, Blau mit Violett und Purpurrot. Das Spektrum besteht für die Biene also aus zwei Hälften, einer gelben und einer blauen. Dazwischen bleibt ein indifferenter Teil des Spektrums, denn die Bienen können ein Blaugrün weder zu der ersten noch zu der zweiten Hälfte zählen und verwechseln dieses Blaugrün mit Grau. Der Farbensinn der Biene zeigt somit weitgehende Übereinstimmung mit dem Farbensinn eines rotgrünblinden Menschen.

Was die Blütenfarben betrifft, so werden den Bienen weiße, gelbe und blaue Blüten auffallend erscheinen. Blaue und purpurrote [1]) Blumenfarben, die so häufig vorkommen, müssen stärker hervortreten als gelbe, da das Blattgrün für die Biene auch ähnlich wie gelb aussieht. Die Farben, welche die Biene nicht wahrnimmt, kommen als Blumenfarben nur selten vor; es gibt nur sehr wenig scharlachrote Blumen bei uns, die von Bienen besucht werden. Auch das Blaugrün ist als Blütenfarbe sehr selten. Anders liegen die Verhältnisse natürlich bei Blumen, die von anderen Tieren besucht werden, z. B. von Schmetterlingen oder von Vögeln; für Vögel ist gerade die rote Farbe auffällig.

Auch die Kontrastfarben im Innern der Blüten hat man als Anpassung an den Insektenbesuch gedeutet, vor allem da, wo sie als „Saftmale" auftreten. v. Frisch hat nachgewiesen, daß die Bienen tatsächlich auf Farbenkontraste reagieren, natürlich nur solche, die auch für das Bienenauge Kontraste darstellen; z. B. gelb-blau, schwarz-weiß. In der Natur kommen bei Immenblumen auch nur solche Farbendifferenzen vor, die auch für das Bienenauge als Gegensätze wahrgenommen werden.

Zu all seinen Versuchen hat v. Frisch Pigmentfarben verwandt (sog. Heringsche Papiere, oder Anstrichfarben). Da diese aber stets Wellenlängen eines breiten Spektralbereiches reflektieren und zwar die verschiedenen Wellenlängen in verschiedenem Maße, so werden die früheren Versuche durch neuere Experimente mit Spektralfarben in erfreulicher Weise ergänzt. A. Kühn und R. Pohl dressierten die Bienen auf physikalisch-monochromatisches Licht und entwarfen

[1]) Da die Bienen das Rot nicht sehen, erscheinen ihnen solche Farben, die aus Blau und Rot bestehen, wie z. B. Purpurrot, als Blau.

zu dem Zweck ein Quecksilberspektrum auf eine horizontale Tischplatte, wobei das Spektrum beliebig gedreht und verschoben werden konnte. Im wesentlichen kamen Kühn und Pohl zu den gleichen Ergebnissen wie v. Frisch.

Bei der Dressur wurden alle Farben bis auf eine abgeblendet und die Bienen auf diese dressiert. Nun wurde auf einem frischen Papierblatt wieder das ganze Spektrum in anderer Lage entworfen. Die Bienen fanden immer unter den anderen Spektralfarben die Dressurfarbe heraus. Die Wellenlängen des Spektralbereiches ca. 400 bis 440 $\mu\mu$ (violett bis blau) einerseits und ca. 540 bis 580 $\mu\mu$ (grün bis gelb) andererseits werden danach durch das Bienenauge voneinander unterschieden. Besonders wichtig ist auch das Verhalten gegen Ultraviolett. v. Frisch konnte mit seinen Pigmentfarben die Wirksamkeit des Ultravioletts nicht beobachten; die Dressurversuche mit dem Linienspektrum gehen deshalb über das mit den Pigmentfarben Erreichte hinaus. Kühn und Pohl fanden, daß das Bienenauge für ultraviolettes Licht empfindlich ist (wie dies bei Ameisen schon früher bekannt war) und daß „Wellen in der Umgebung von 365 $\mu\mu$ (ultraviolett) sowohl von spektral unzerlegtem Licht als auch von dem Spektralbereich ca. 400—440 $\mu\mu$ (violett bis blau) und auch von dem Bereich ca. 540—580 $\mu\mu$ (grün bis gelb) qualitativ unterschieden werden".

Durch weitere Versuche wurde gezeigt, „daß auch die Linie 492 $\mu\mu$ (blaugrün) von den übrigen Linien des Quecksilberspektrums und von spektral unzerlegtem Licht unterschieden wird". v. Frisch fand, daß die Bienen Blaugrün mit Grau verwechselten. Das erklären Kühn und Pohl dadurch, daß sie eine starke Weißverhüllung für das Bienenauge beim blaugrünen Pigmentpapier annehmen. Sie fanden nämlich, daß das betreffende Papier „von 492 $\mu\mu$ bis 365 $\mu\mu$ abwärts in steigendem Maße reflektiert", also Strahlen von sehr verschiedener Wellenlänge enthält.

Aus allen den Versuchen mit den Pigmentpapieren und mit den Spektralfarben geht hervor, daß die Biene Farbensinn besitzt und daß der von ihr wahrnehmbare Teil des Spektrums nach dem kurzwelligen Ende hin verschoben ist gegenüber dem uns sichtbaren Teil. Der ihr sichtbare Teil des Bandes ist fast gleich lang wie der uns sichtbare Teil. Ob die Bienen die Farben subjektiv so wie wir empfinden, bleibt allerdings fraglich und tut nichts zur Sache. Das Wesentliche ist, daß die Bienen die Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge zu unterscheiden vermögen.

Oswin Mutschler
(Zoologisches Institut d. Techn. Hochschule, Stuttgart).

Literatur.

K. v. Hess, Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen. Zoologische Jahrbücher Bd. 34, 1913.

Karl v. Frisch, Der Farbensinn und der Formensinn der Biene. Zoolog. Jahrbücher Bd. 35, 1914.

A. Kühn und R. Pohl, Dressurfähigkeit der Bienen auf Spektrallinien. Die Naturwissenschaften Heft 37, 1921.

Zur Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen.

„Beweise" und „Gegenbeweise" der Anhänger und Gegner der Zwischenzellentheorie folgen in rascher Folge, ohne die Entscheidung in der Frage nach der Bedeutung der Zwischenzellen der Keimdrüsen herbeizuführen. Die Forscher, die behaupten, die Zwischenzellen lieferten die Sexualhormone, bleiben auf ihrem Standpunkt ebenso bestehen, wie diejenigen, die den interstitiellen Zellen der Geschlechtsdrüsen eine rein nutritive Bedeutung zusprechen, sie also als Zellen mit trophischer Funktion bezeichnen. Daß hier in beiden Lagern vorgefaßte Meinungen eine große Rolle spielen, darüber besteht für mich kein Zweifel. Ja, meistens sind die „Beweise" für oder gegen die Zwischenzellentheorie wenig „beweiskräftig". So kommt es, daß man auf geradezu groteske Widersprüche stößt, die nur durch klinische Erfahrungen aus der Welt geschafft werden können, denn hier scheinen dem Tierexperiment stets Schwierigkeiten im Wege zu stehen. Dazu kommt, daß zwischen der inkretorischen Funktion von tierischen und menschlichen Keimdrüsen gewisse Unterschiede bestehen.

An dieser Stelle sei über eine neue Mitteilung berichtet, die Anhänger der Steinachschen Lehre: A. Lipschütz, F. Bormann und K. Wagner in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift (Nr. 10, 48. Jahrg., 1922) „über Eunuchoidismus beim Kaninchen in Gegenwart von Spermatozoen in den Hodenkanälchen und unterentwickelten Zwischenzellen" veröffentlichen. Während die Gegner Steinachs feststellen, daß sekundäre Geschlechtsmerkmale fehlen können, obwohl Zwischenzellen in den Keimdrüsen vorhanden sind, teilen hier die Verff. mit, daß sie an Kaninchen ausgesprochenen Eunuchoidismus beobachteten, trotzdem Spermatozoen vorhanden waren. Ja, die Zwischenzellen waren sogar — in einem Fall ganz besonders — unterentwickelt. Diese Ergebnisse bestärken die Verff. in der Ansicht, daß von den interstitiellen Zellen die Inkretion ausgehe, die auf die äußeren Sexualcharaktere ihren Einfluß ausübt. Es wird hier also nicht nur ein Gegenbeweis den obengenannten Feststellungen der Gegner der Zwischenzellentheorie gegenübergestellt, sondern ein neuer Beweis für die Lehre von der inkretorischen Funktion des Interstitiums geliefert. Die Verff. stellen folgende Schlußfolgerungen, die sie aus den Versuchsergebnissen ziehen, zusammen (sie seien wörtlich der Mitteilung entnommen):

„1. Es kann Eunuchoidismus bestehen, auch wenn die Spermatogenese bis zur Ausreifung von Spermatozoen gediehen ist.

2. Das spermatogene Gewebe allein für sich

kann die innersekretorische Funktion des Testikels nicht besorgen.

3. Die Rolle der Zwischenzellen ist mit ihrer postulierten trophischen Funktion nicht erschöpft. Auch wenn die trophische Funktion erledigt ist, kann bei Unterentwicklung der Zwischenzellen Eunuchoidismus vorhanden sein.

4) Die Zwischenzellen bilden bei den Säugetieren einen integrierenden Bestandteil des innersekretorischen Apparates des Testikels."

Die Verff. sprechen wohl von einem „integrierenden[1]) Bestandteil des innersekretorischen Apparates", den die interstitiellen Zellen bilden sollen. Sie behaupten aber grundsätzlich, daß eine Produktion von Hormonen in den Zwischenzellen auf jeden Fall stattfinde. Auch die vermittelnden Theorien werden negiert, wie die von Berblinger, daß das spermatogene Gewebe die Sexualhormone produziere, in den Zwischenzellen aber die Resorption erfolge.[1]) Die Verff. halten eine derartige Auffassung für unbegründet, obwohl manches dafür spricht, wie auch die Untersuchungen von Harms am Bidderschen Organ zeigen.

Die Versuchsergebnisse von Lipschütz und seinen Mitarbeitern stellen wohl eine Stufe in der Entwicklung des Problems dar, zeigen aber von neuem, daß hier unüberbrückbare Widersprüche vorliegen, solange die klinischen Erfahrungen ungenügend sind und solange andere Theorien nur dann wirklich berücksichtigt werden, wenn sie Material für die eigene Anschauung liefern.

Gustav Zeuner.

[1]) In diesem Wort liegt die Bedeutung: „zum Ganzen gehörend". Darauf sei besonders aufmerksam gemacht. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß das Wort „Pubertätsdrüse" in der Abhandlung vermieden ist.

[1]) Ich nenne diese Theorie vermittelnd, weil sie wohl die Produktion von Hormonen in den Zwischenzellen, nicht aber den Anteil dieser Zellen am Vorgang der inneren Sekretion negiert.

Bücherbesprechungen.

Linnés Föreläsningar öfver Dyrriket. Med understöd af Svenska Staten för Uppsala Universitet utgifna och försedda med förklarande anmärkningar af Einar Lönnberg. 8°. XIII, 607 S. Uppsala, Berlin 1913.

Obwohl vor bereits 9 Jahren erschienen, haben Linnés „Vorlesungen" nicht die Beachtung gefunden, die sie allein schon durch die beiden auf dem Titel genannten Autoren verdient hätten. Sind sie doch in keiner zoologischen Bibliographie auch nur erwähnt, oder in einem der bekannteren Referierorgane besprochen.

Linné hielt vor der Universität Uppsala von 1744—1777 etwa 20 Vorlesungen über Naturgeschichte, die zu Beginn des Werkes angeführt werden. Drei davon behandelten in den Jahren 1748—52 das Tierreich. Sie wurden offenbar von seinen Schülern eifrig nachgeschrieben. 41 solcher Kolleghefte aus den Jahren 1746—71 liegen in den Bibliotheken zu Uppsala usw. Frl. Greta Ekelöf hat sie zu vorliegendem Werke zusammengestellt, E. Lönnberg sie bearbeitet, unter möglichster Anlehnung an die Originale.

Das Ganze ist sozusagen ein Lehrbuch der damals bekannten Tierkunde, in dem nach einer allgemeinen Einleitung („Prolegomena") die Gruppen des Tierreiches in absteigender Reihe behandelt werden, bis auf die Arten herunter. Selbstverständlich ist von binärer Nomenklatur noch keine Rede; die Arten werden, außer durch ihre schwedischen und lateinischen Vulgärnamen, durch kurze lateinische Definitionen, wie damals üblich, bezeichnet, z. B.: „Felis cauda elongata, auribus aequalibus. Catus. Katta". Ebenso selbstverständlich steht die Systematik noch nicht auf der Höhe der 10. Auflage des Systema Naturae. Die Fische z. B. sind nach Artedi angeordnet, beginnend mit der Seekuh, genus Trichechus, sp. Manatus, der die wichtigsten Wale und Delphine folgen; dann erst kommen die heutigen Fische. Unsere heutigen Ordnungen heißen Classes (im ganzen 6); dann kommen die Ordines, z. T. heutige Ordnungen, z. T. Familien, dann die genera (238), schließlich die Arten. Die Klasse der Quadrupedia umfaßt 6 Ordines, 34 gg. und ist auf 81 Seiten behandelt. Nach Linnéscher Auffassung beginnt sie mit der Ordo Anthropomorpha, mit den genera Homo, Simia, Bradypus. Die Vögel werden in 6 Ordines und 35 gg. auf 68 Seiten behandelt, die Amphibia (heutige Reptilien und Amphibien) in 10 gg. auf 18 S., die Pisces (siehe oben) in 53 gg. auf 42 S., die Insecta (heutige Arthropoden) in 60 gg. und 927 Species auf 75 S., die Vermes (die übrigen damals bekannten Wirbellosen) mit den Ordines Reptilia, Zoo- und Litophyta in 31 gg. auf 75 S. Besonders den größeren Gruppen werden ausführliche geschichtliche, anatomische und biologische Übersichten vorausgeschickt; nach denselben Gesichtspunkten, besonders aber auch nach ihrer medizinischen, z. T. auch nach der ökonomischen Bedeutung, sind die Arten behandelt.

So sind Linnés Vorlesungen eine reiche Fundgrube nicht nur für den Kulturhistoriker und den historisch interessierten Zoologen, sondern für letzteren schlechthin; denn die Bedeutung Linnés als Naturforscher gibt seinen Ausführungen besonderen Nachdruck.

Den vollen Wert erhält das Werk aber erst durch die ausführlichen, 216 S. umfassenden Anmerkungen Lönnbergs, die in erster Linie natürlich die 1913 gültigen Namen sonst schwer

erkennbarer oder zweifelhaft bleibender Arten geben, aber auch sonst die Verbindung der Linnéschen Angaben mit der Jetztzeit herstellen und wertvolle oder wichtige Erläuterungen zu seinen Ausführungen enthalten. Bei den Insekten erfreute sich der Herausgeber dabei der Mitarbeit von Aurivillius, Tullgren und Trägärdh.

Den Schluß bilden auf 27 Seiten Mitteilungen über die in den Vorlesungen genannten Personen (120), eine Arbeit, für die viele Biologen dem Herausgeber besonderen Dank wissen werden.

Es wäre zu wünschen, wenn durch diesen Hinweis das interessante und wertvolle Werk der Unbeachtetheit entrissen würde, in die es ganz unverdienterweise geraten ist. Reh.

Auerbach, F., Raum und Zeit, Materie und Energie, eine Einführung in die Relativitätstheorie. 134 S. m. 30 Textabb. Leipzig 1921, Dürrsche Buchhandlung. Geh. 14 M.

Felix Auerbach hat bereits durch eine Reihe volkstümlicher Darstellungen physikalischer Wissensgebiete gezeigt, daß er es vortrefflich versteht, wissenschaftliche Probleme in einer Weise zu behandeln, die der Voraussetzung der Allgemeinverständlichkeit ebenso wie der vollen, auch den Kenner befriedigenden Strenge zu genügen vermag. Auch die schwierige Aufgabe, die er sich mit der vorliegenden Betrachtung der Relativitätstheorie gestellt hat, ist in dieser Hinsicht als meisterhaft gelöst zu bezeichnen. In anspruchslosem Unterhaltungston, nur naturwissenschaftliches Anschauungs- und logisches Denkvermögen voraussetzend, durchweg bezugnehmend auf einfache konkrete Beispiele des täglichen Lebens, führt er den Leser von der klassischen zur speziellen und schließlich zur allgemeinen Relativitätstheorie, deren voller Gedankeninhalt ihm nahe gebracht wird, ohne daß er sich recht eigentlich der Schwierigkeiten bewußt wird, die in ihr liegen. Vielleicht ebnet hier der Verf., der selbst ganz auf dem Boden der Einsteinschen Theorie steht, den Weg sogar allzusehr. Sofern er aber alle Gesichtspunkte, welche die Entwicklung der Theorie geleitet haben, mit voller Klarheit hervorhebt, wird die Möglichkeit der Kritik für den aufmerksamen Leser nicht ausgeschaltet.

Ref. steht nicht an, diese Schrift als die beste ihm bekannte wirklich volkstümliche Darstellung des vollen Umfangs der Relativitätstheorie zu bezeichnen, deren besondere Vorzüge in der möglichsten Vermeidung abstrakter Betrachtungen und der fortlaufenden Bezugnahme auf konkrete, dem Verständnis ohne weiteres zugängliche, anschauliche Beispiele liegen. Sie erreicht damit zweifellos, daß jeder Leser am Schluß mit Befriedigung feststellen kann, daß er von der Relativitätstheorie jedenfalls gründlich erfahren hat, „um was es sich handelt". A. Becker.

Paehler, Fr., Die Auskunft. Heft III. Physik. 91 S. Heidelberg, W. Ehrig.

Das vorliegende Heft bildet den die Physik betreffenden Teil einer vom Verf. herausgegebenen „Sammlung lexikalisch geordneter Nachschlagebüchlein über alle Zweige von Wissenschaft, Kunst und Technik", die dem bildungsbedürftigen Laien schnell und kurz Auskunft geben wollen über alle wichtigeren in das betreffende Gebiet einschlagenden Fragen, die etwa bei der Lektüre oder bei Vorträgen auftreten könnten. Das physikalische Wörterbuch kann in dieser Hinsicht als gut geeignet bezeichnet werden. Die Auswahl der Stichwörter ist gut getroffen, und ihre Definition erscheint klar und einwandfrei; ganz besonderer Wert ist auf biographische Angaben gelegt worden. Natürlich vermag eine solche kurze Zusammenstellung nur beschränkten Ansprüchen zu genügen. A. Becker.

Kayser, H., Lehrbuch der Physik für Studierende. Sechste verbesserte Auflage. 562 S. mit 349 in den Text gedruckten Abbildungen. Stuttgart 1921, F. Enke.

Daß das erstmalig im Jahre 1890 erschienene Kaysersche Lehrbuch in seiner im wesentlichen ursprünglichen Bearbeitung auch heute noch sich der Wertschätzung der Studierenden erfreuen darf, verdankt es zweifellos der großen Übersichtlichkeit und Klarheit, mit der es die elementaren Grundlagen der Experimentalphysik in einem Umfang behandelt, wie er etwa dem Bedürfnis derjenigen entspricht, die Physik als Nebenfach haben. Diesem Leserkreis werden auch die in jeder Neuauflage dem jeweiligen Fortschritt der Forschung folgenden kurzen Ergänzungen und Verbesserungen im allgemeinen genügen, wenn auch der Fortgeschrittenere an manchen Stellen eine gründlichere Berücksichtigung der neueren physikalischen Kenntnis wünschen möchte. Die vorliegende Auflage erwähnt zum erstenmal die Relativitätstheorie und die Quantentheorie. Die erstere wird im Anschluß an die Betrachtung des Stoßes auf etwa 2 Seiten besprochen, die letztere bei der Behandlung der Strahlungstheorie kurz angedeutet. Die Darstellung der Gitterbeugung gibt schließlich Gelegenheit, auf die Lauesche Entdeckung der Beugung der Hochfrequenzwellen hinzuweisen. A. Becker.

Inhalt: H. Fischer, Bemerkungen über Standorte und Verbreitung der deutschen Farnkräuter. S. 337. M. Wolff, Über die neuen Zeißschen Mikroskop-Objektive und Okulare. S. 346. **Einzelberichte:** Der Farbensinn der Biene. S. 349. A. Lipschütz, F. Bormann und K. Wagner, Zur Bedeutung der Keimdrüsenzwischenzellen. S. 350. — **Bücherbesprechungen:** Linne, Föreläsningar öfer Dyrriket. S. 351. F. Auerbach, Raum und Zeit, Materie und Energie, eine Einführung in die Relativitätstheorie. S. 352. Fr. Paehler, Die Auskunft. S. 352. H. Kayser, Lehrbuch der Physik für Studierende. S. 352.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 25. Juni 1922. | Nummer 26.

Der österreichische Anteil am Böhmischen Massiv.[1])

(Oberösterreichisches Mühlviertel und niederösterreichisches Waldviertel.)

[Nachdruck verboten.]

Von **Oskar Kende.**

1. Das oberösterreichische Mühlviertel (im ganzen das Bundesland Oberösterreich nördlich der Donau) und das niederösterreichische Waldviertel (im ganzen das durch Donau und Manhartsberg begrenzte nordwestliche „Viertel" des Bundeslandes Niederösterreich) sind Stücke des Böhmischen Massivs. Böhmerwald (und Bayrischer Wald) wie innerböhmische Rumpffläche gehen ohne jede geographische Grenze von tschechoslowakischem auf österreichischen Boden über. Vielleicht ist das westliche Mühlviertel bis zur meridionalen Senke der Feldaist[2]) (den Oberlauf hat sie vom Stegmühlbache angezapft: 3; 166) mit dem deutlich nordwest-südöstlichen (harzynischen) Streichen seiner Hauptrücken enger mit der Entwicklung von Böhmer- und Bayrischem Wald verknüpft (1; 12 ff.), das übrige östliche Land aber mit den Schicksalen der innerböhmischen Rumpffläche (2; 242 f.): was bedeuten würde, daß die Grundzüge des Reliefs beider Gebiete verschiedenartig und möglicherweise im Böhmerwaldanteil stärker durch Brüche bestimmt wären. Sokol (9 und 10) hält die (über einer Rumpffläche sich erhebenden) Gipfel und Rücken des Böhmerwaldes für das Abtragungsergebnis eines ältesten ersten Zyklus, die innerböhmische Rumpffläche dagegen für das Endstadium eines, durch eine Hebung unbekannten Alters eingeleiteten zweiten Zyklus,[3]) der im Gebiete des Böhmerwaldes zwar die erste Fastebene neuerlich zertalte, die »Zwischentalformen« und damit die Böhmerwaldhöhen als Reste eines ersten Zyklus stehen ließ, beziehungsweise bloß um einige Meter erniedrigte. Zur Kreidezeit hätte der Böhmerwald also schon als ziemlich hohes, dem heutigen ähnliches Gebirge aufgeragt. Die tertiären (miozänen) Krustenbewegungen mit erneuerter Hebung aber führen einen dritten Zyklus herauf, bei dem die Arbeit der fließenden Gewässer im bereits »reifen« Böhmerwald „an die durch den vorhandenen und unterbrochenen Zyklus erzeugten Vorbedingungen gebunden" ist (10a; 294).[4]) Die heutigen Formen des westlichen Mühlviertels wären also mit dem dreizyklischen, das übrige Gebiet mit seinem zweizyklischen Vorland in Zusammenhang zu bringen. Puffer (3; 169 f.) läßt dagegen Böhmerwald und innerböhmische Rumpffläche gemeinsam als Reste eines (postkarbonischen und präkretazischen) Rumpfes von einer obermiozänen Aufwölbung und Zerbrechung betroffen werden und sieht in der jüngeren Oberfläche des Böhmerwaldes (Senkenlandschaften zwischen Rücken und Quellgebiet der Flüsse: Fernlinge = Restberge) gegenüber der alten der innerböhmischen Rumpffläche (die frühere Fastebene mit einzelnen höheren Kuppen widerstandsfähigeren Gesteins: Härtlinge = Monadnocks) nur die Folge einer ungleich stärkeren Verwerfung.[5]) Nach dieser Anschauung wären zur Erklärung der heutigen Formen des westlichen Mühlviertels, z. B. auch mancher Talprobleme (8; 426) in größerem Ausmaße die Wirkung von Brüchen heranzuziehen, die für die übrigen Teile als Ganzes neben bloßen Verbiegungen keine so wesentliche Rolle spielen. Grund (4; 180 f.) ist freilich für das Waldviertel zu genaueren Schlüssen gekommen. Er unterscheidet zwei jüngere Störungsphasen, welche die alte Rumpffläche betrafen. Während der ersten, die im Prä-Miozän begann, entstand u. a. das Einbruchsbecken von Horn, wurde „die Rumpffläche am Ostrande in der Flexur emporgewölbt und durch Erosion zertalt"; im Westen lag damals die den Störungen angepaßte neue Hydrographie in der Höhe der Rumpffläche, im Osten hielt sie sich an bereits bestehende, in die Rumpffläche eingeschnittene Täler. Dieser Teil geriet durch eine diese Störungsphase abschließende miozäne Senkung unter den, in rund 490 bis 500 m Höhe liegenden Spiegel des (ersten) Mediterranmeeres, das in die Täler und in die übrigen Hohlformen des Randgebietes eindrang und seine Höhen auf Kosten der Rumpffläche in eine Abrasionsebene verwandelte. Eine zweite (postmiozäne) Störungsphase brachte eine neuerliche, wiederum ungleichmäßige Hebung

[1]) Die wichtigste Literatur ist am Ende des Aufsatzes zusammengestellt; wo im Text Literaturbelege gegeben sind, weist, in Klammern gesetzt, eine erste Ziffer auf die entsprechende des Literaturverzeichnisses, eine zweite auf die Seitenzahl der betreffenden Arbeit hin.

[2]) Sie verläuft westlich von dem bekannten, zur Maltsch hinabführenden Kerschbaumer Sattel (707 m) etwa über den Markt Oberhaid zum Moldauknie (1; 15). Puffer (3; 166) denkt hier an eine wirkliche tektonische Senke.

[3]) Skizze bei 10a; 293.

[4]) Die Veränderungen des Böhmerwaldes seit der Kreidezeit bestehen für Sokol im wesentlichen eben bloß in einer tertiären Erosionsbelebung, die einige kañonartige Talstrecken schuf. O. Lehmann (8; 424 ff.) hat sich gegen die Sokolschen Annahmen (daß der Böhmerwald auch im Tertiär noch ein ansehnliches Erosionsgebirge gewesen ist, die Entwicklung von Engen und Weitungen der Täler auf eine schräge Hebung des Landes mit südlichem Anstieg zurückzuführen sei) gewendet und ist zugunsten der (Pufferschen) Schollentheorie als Arbeitshypothese eingetreten.

[5]) Es sei hier nochmals betont, daß Sokol (10a) die Schollenhypothese Puffers für den Böhmerwald ablehnt.

einzelner Teile (im Osten größer als im Westen), wodurch auch die folgende Zertalung verschieden intensiv gestaltet wurde.[1])

2. Landschaftlich ergibt sich für den ganzen Anteil Österreichs am Böhmischen Massiv ein gewisser einheitlicher Charakter. Überall kann man von einer eigentümlichen, oft schwermütig stimmenden Monotonie der sanft geschwungenen Höhen sprechen, die in auffallendem Gegensatz steht zur Enge zahlreicher Talstrecken, die besonders bei den donauwärts gerichteten Flüssen sich immer wieder findet.[2]) Auch die tiefe (7 bis 8 m abwärts) reichende Verwitterungsschichte hat durch Begünstigung von Rutschungen und Gekriech mit ihren die schroffen Unebenheiten mildernden Wirkungen zur Verstärkung des Plateaucharakters beigetragen; um so schärfer der Gegensatz, der sich zwischen den dichter besiedelten, stellenweise ziemlich intensiven Landbau treibenden Höhen und den kaum bevölkerten, auf den steilen Gehängen ein schweres Waldkleid tragenden Tälern auftut (1a; 106). Eine kleine Änderung des landschaftlichen Ausdrucks bringt höchstens die Gesteinsverschiedenheit beiderseits einer Linie mit sich, die von der nördlichen niederösterreichischen Landesgrenze am Hohen Stein (680 m) in leichter südsüdwestlicher Biegung über Zwettl zur oberösterreichischen Landesgrenze am linken Donauufer zieht.[1]) A. Grund (4; 167) hat diesen Wechsel östlich von Gmünd (an der Franz Josefsbahnstrecke) so geschildert: „In ganz flachen Geländewellen, die mit sanftem Gefälle ineinander übergehen, wogt die Oberfläche auf und ab. Sie bekommt im Granit noch ihr besonderes Gepräge durch die herausgewitterten Blöcke, die auf den Hügeln herumliegen.[2]) Große, geschlossene Wälder mit zahlreichen Teichen, in deren dunklem moorigen Wasser der ernste Nadelwald sich düster spiegelt, bezeichnen den wenig fruchtbaren Granitboden." Sobald man aber (bei Vitis) den Gneisboden betritt, bekommt die Waldbedeckung größere Lücken durch Feld- und Wiesenflächen und hört vor allem die Blockbestreuung der Hügelwellen auf; „aber sonst bleibt auch hier der Charakter der sanftwelligen Fastebene gewahrt, in den flachen Mulden nehmen die Gewässer als Abflüsse mooriger Wiesen ihren Ursprung, soweit nicht die Mulden zu seichten Teichflächen gestaut sind".[3]) Die Entstehung der, oft kañonartigen Engstrecken der Täler, von denen wir vorhin wegen ihres landschaftlichen Gegensatzes zu den Höhen sprachen, ist durchaus noch nicht widerspruchslos klargestellt. Puffer hat neben epigenetischer Bildung für die Engen vielfach antezedente Erosion in die aufsteigenden Schollen und Schollenteile (für die Weitungen das Vorhandensein von Senken) angenommen (8; 417). Lehmann, der ein zu häufiges Heranziehen epigenetischer Talentstehung in unseren Gebieten zurückweist, will Engen (und Weitungen) durch Schollenbildung allein erklären können, nach Sokol (10a; 290f.) nehmen sie doch (gegen Lehmann) von einer schrägen Hebung des Landes mit südlichem Anstieg (ohne Schollenbildung) ihren Ausgang.[4]) Und ähnlich hat

[1]) Durch eine breite, bald abradierte Pforte flutete das Mediterranmeer z. B. zwischen Pernegger Wald und Manhartsberg über Eggenburg ins (prämiozäne) Horner Becken hinein (Horn liegt rund 309 m hoch) und erfüllte es mit den Produkten seiner zerstörenden Tätigkeit; die verwickelte Geschichte des erst nach dem Miozän wieder ausgeräumten Horner Beckens angedeutet bei Grund (4; 177f.).

[2]) „Diese Schluchten sind oft so schmal, daß man, auf der Höhe der Plateauwelle stehend, über sie hinwegsehen kann, ohne ihrer gewahr zu werden" (1; 15). Und ähnliche Beobachtungen finden sich bei M. Michl (5; 220f.), die einerseits die starke Zertalung des südseitigen Abfalles (zur Donau) hervorhebt, andererseits als besonders eindrucksvoll nach dem steilen Aufstieg die Wanderung über das 850—900 m hohe, flachwellige, fast gar nicht gegliederte Hochland schildert; „die weite Fläche, die sich mit einer kaum merklichen Wellenlinie gegen den Horizont abgrenzt, unterbrach nur hier und da die Silhouette eines spitzen Kirchturms oder einer etwas höher ansteigenden Bodenschwelle". Oder, wiederum übereinstimmend, die Charakteristik bei Mayer (6; 12), der erwähnt, wie die langgestreckten, in ihren Formen oft einander gleichenden Höhen, von der Entfernung betrachtet, eintönig, langweilig wirken; „zwischen den Höhen aber entspringen in der Nähe der flachen Sättel in sumpfigen Mulden und nassen Wiesen die Bäche, die sich nach kurzem Laufe tiefe, viel gewundene und oft schwer passierbare Rinnsale graben, häufig eher als Schluchten, denn als Täler zu bezeichnen; da eilt das braune Wasser über mächtige Blöcke dahin, hier und da einer Mühle, einer Säge, einem Hammer eine wegen der sommerlichen Trockenheit unsichere Wasserkraft bietend ... die Einsamkeit trägt dazu bei, den schwermütig schönen Anblick dieser Talgründe zu einem unvergeßlichen zu machen." Leicht ist es, von irgendwo die Hochfläche, die durch die 100 bis 200 m die Umgebung überragenden Höhenzüge an vielen Punkten gewellt erscheint, zu überschauen; man sieht da, und Mayer zitiert hier Franz Ed. Sueß, „in der Regel weithin zerstreute Kirchtürme und weiße Mauerwände entfernter Ortschaften oder Meierhöfe, dazwischen Ackerland, auf dem Kartoffeln oder Korn gebaut werden, und allzu regelmäßig umgrenzte dunkle Flecken von Waldbestand. Lange Baumreihen bezeichnen die Straßen, die gezwungen sind, die engen Täler zu vermeiden und nach verschiedenen Richtungen ganz beträchtlich auf- und niedersteigend, die Ortschaften und Höfe miteinander verbinden."

[1]) Auf den Granitblock östlich von Zwettl zwischen Kamp und Thaya genügt es an dieser Stelle hinzuweisen; auch östlich von Eggenburg ragt noch einmal Granit auf.

[2]) Die „matratzenartig übereinander getürmten" Felsblöcke erwähnt auch Hackel (1; 17) als typisches Kennzeichen nicht bloß des Böhmerwaldes (auf oberösterreichischem Boden: Hochfichtel, Sternstein), sondern auch der höher gelegenen Teile des Mühlviertels (Greinerwald). Diese Erscheinung der Block- oder Felsenmeere findet sich in den meisten deutschen Mittelgebirgen. Das in die Klüfte des Urgesteins eindringende Regenwasser läßt die Grenzflächen schneller verwittern; die hierbei zwischen den Fugen gebildeten lockeren Massen aber werden durch Abspülung und Auswaschung entfernt, so daß ein Trümmergewirr übrig bleibt.

[3]) An die allmählich vertorfenden Hochmoore auf den Höhen der Plateauwellen, die sich über einem tonig und wasserundurchlässig gewordenen Verwitterungslehm bilden, erinnert auch Hackel (1; 16).

[4]) „Das Vorhandensein von breiten, reifen und engen, jungen Tälern in einem und demselben Gebirge kann man durch eine vertikale und zugleich horizontale Veränderung der Erosionsbasis erklären. Es muß dann ein neuer Zyklus mit engen, V-förmigen Tälern anfangen. In denselben Zyklus werden die breiten, aus dem reifen Stadium des vorangehenden Zyklus hervorgegangenen Täler als »frühreif« übernommen. Infolge der seitlichen Verschiebung der Erosionsbasis können sich diese frühreifen Täler nicht merklich vertiefen" (9; 445).

M. Brust die Engen der Donaunebenflüsse westlich von Linz als jugendliche Talbildung infolge einer (gegenüber dem westlichen Teil stärkeren) Hebung aufgefaßt und auch die unfertigen Gefällsverhältnisse dieser Flüsse (Stufenmündungen, Gefällsknicke im Unterlaufe), die der Tiefenerosion der Donau noch nicht nachgekommen wären, zugunsten seiner Annahme angeführt.

3. Das Böhmische Massiv betritt im Westen als Passauer Wald österreichischen Boden; dieses im Ameisberg (940 m) gipfelnde Stück des Bayrischen Waldes, das hier nicht „als Rückenzug, sondern als Plateauwelle" (1; 13) auftritt, erstreckt sich südwärts als Sauwald (876 m) über die Donau hinaus, im Osten reicht es bis zu einem dreieckförmigen, wohl tektonisch bedingten Streifen niedrigen Landes, der im Westen von der Kleinen, im Osten von der Großen Mühl durchmessen wird und dessen Nordende etwa bei dem Orte Rohrbach liegt. In den Nordwestteil Oberösterreichs sendet auch der Böhmerwald noch seine Ausläufer hinein; nahe der Grenze gegen den tschechoslowakischen Staat erhebt sich der Hochfichtel (1337 m) im Zuge des Hauptkammes, der sich dann östlich des Sattels von St. Oswald-Aigen (790 m) in mehrere, auch gegen Süden sich vorschiebende und nach Osten hin verflachende Rücken auflöst. Solche Rücken sind jenseits des Aigner Sattels das St. Thomagebirge (1032 m) und der Sternwald (Sternstein 1125 m), im Süden eine Anzahl unter dem Namen des Linzer Waldes zusammengefaßte Züge; sie gipfeln im St. Johannesberg (850 m), Oberneukirchen (867 m), Lichtenberg (926 m), Pöstlingberg (537 m) und, jenseits der Donau, im Kirnberg (525 m). Die Flüsse hat Puffer im Böhmerwald meist für konsequent, an seiner Peripherie jedoch größtenteils für antezedent gehalten (3; 169), im besonderen den Oberlauf der Gr. Mühl und die, bei Haslach in sie mündende Helfernberger Mühl als konsequente Grabenflüsse, den Unterlauf der Gr. Mühl als antezedent mit jugendlichem Erosionstal angesprochen, den Oberlauf der Gr. Rotel als antezedent (3; 166); der Oberlauf der Gr. Mühl und die Helfernberger Mühl liegen also nach ihm in tektonischen Furchen der herzynischen (nordwest-südöstlichen) Richtung. Nach M. Brust (1a; 106) kommt in den meridionalen Unterläufen der Mühlviertelflüsse die alte Landabdachung gegen das Miozänmeer hin zum Ausdruck. Noch nicht genannte Flüsse unseres Gebietes sind die Kleine Mühl (westlich von der Großen), die Kleine Rotel (als rechtsseitiger Nebenfluß der Großen), der ›Haselgraben‹ nördlich von Linz, die Gr. Gusen (die im südlichen Ausgang des Beckens von Gallneukirchen links die Kl. Gusen aufnimmt) und die Feldaist; die ihr von links zuströmende Waldaist gehört bereits den ins Gebiet der innerböhmischen Rumpffläche weisenden Teilen an.

4. Die mittlere Höhe unseres Anteiles an der innerböhmischen Rumpffläche beträgt zwischen 400 und 600 m, seine Abdachung ist im wesentlichen nach Süden und Osten gerichtet. Folgende Teile führen bekanntere Namen. Östlich von der Feldaister Senke erhebt sich der Freiwald (die Gruppe der Tiergartenberge), in seinen südlichen Ausläufern Greiner Wald geheißen, der die Maltsch und Lainsitz nach Norden zur Moldau, Waldaist und Kl. Naarn gegen Süden, Zwettl und Gr. Kamp gegen Osten zur Donau entsendet; er gipfelt nahe der tschechoslowakischen Grenze im Viehberg (1111 m), Tischberg (1073 m), Aichelberg (1041 m) und Ochsenberg (1024 m).[1]) Südöstlich reiht sich der Weinsberger Wald (1039 m) an, der nach Südwesten die Gr. Naarn, den Sarmingbach und die beiden Isperbäche gegen Süden, den Weitenbach gegen Südosten und den Kl. Kamp wie die Krems gegen Osten zur Donau schickt.[2]) Östlich von der Gr. Isper gewinnt der gegen Südosten zur Platte von Maria Taferl absteigende Ostrong im Peilstein 1060 m, zwischen Weiten- und Spitzer Bach der Jauerling 959 m.[3]) Östlich des Spitzer Baches gipfeln die Wachauer Höhen in Sandlberg (722 m) und Kuhberg (715 m), um sich jenseits der Krems über Gföhler Wald (644 m) und über den Kamp hinaus gegen Geras hin allmählich abzudachen. Auch östlich und südlich der obersten (deutschen) Thaya steigt die Rumpffläche des Waldviertels in den beiden Zügen des Wieninger Berges (Predigtstuhl) zu 718 m und des Speisenberges zu 667 m, am Massivrande südlich von Eggenburg der Manhartsberg zu 536 m auf. Während Puffer (2; 249ff.) diese Erhebungen (auch 4; 170 und 176) wie die Gruppe der Tiergartenberge als Härtlinge (Partien widerstandsfähigsten Gesteins) betrachtet, faßte er Greiner- und Weinsberger Wald mit ihrem überwiegend nordsüdlichen Streichen als Riedel (höher gelegene Zwischenstücke zwischen zwei Tälern) auf, die durch die in gleicher Richtung verlaufenden Donaunebenflüsse aus einem einst westöstlich ziehenden, infolge der tertiären (Verwerfungen und) Verbiegungen gebildeten Landblock herausgeschnitten wurden; und eine ähnliche Entstehung durch jüngere Aufbiegung schreibt er dem oben erwähnten Höhenzuge: Sandlberg und Gföhler Wald mit der Fortsetzung bis über Geras hinaus zu. Für eine gegen Norden und Süden gestellte Muldenaufbiegung hält Grund (4; 167) das Gelände beiderseits der Linie Gmünd-Vitis; quer zu dieser Linie verläuft übrigens heute die europäische

[1]) Der Tischberg und Aichelberg auf niederösterreichischem Boden (jener der höchste Berg des Waldviertels), die beiden anderen Berge in Oberösterreich gelegen.

[2]) Einige Bemerkungen über den Weinsberger Wald, über die Isperklamm und das Weitental bei M. Michl (5; 221 ff.). Genaueres über die einzelnen Teile des Waldviertels in der Landeskunde von Niederösterreich (7; 138 ff.); auch Mayer gibt einen guten Überblick (6; 11 ff.).

[3]) Die Bergrücken an der Donau machen trotz geringerer absoluter Erhebung infolge der tief eingeschnittenen Täler, aus denen sie ansteigen, durch ihre relativ stärkeren Höhenunterschiede einen großartigeren Eindruck als die absolut höheren Züge des Weinsberger- und des Freiwaldes, die ihre Umgebung bloß 100 bis 200 m überragen.

Wasserscheide zwischen Moldau (durch die Elbe zur Nordsee), in die die Lainsitz mit ihren Seitengewässern fließt, und der durch die March zur Donau (Schwarzes Meer) gehenden Thaya.[1]) Die östlichsten Teile des Massivs (östlich der 500 m-Isohypse) stellen hingegen die Abrasionsebene des brandenden Mediterranmeeres dar, aus dem der Manhartsberg als Insel herausgeragt haben muß; dieses Mediterranmeer ertränkte die in einer Flexur gegen Osten hinabtauchende prämiozäne Berg- und Tallandschaft des östlichsten Waldviertels, so daß heute auch vor dem geschlossenen »Steilabfall« des Massivs einige Granitrücken aus dem sie rings umgebenden Tertiär auftauchen.[2]) Die Täler der Waldviertler Flüsse sind (nach Puffer) fast ausnahmslos[3]) Erosionstäler mit deutlichen Anzeichen epigenetischer Bildung; wo sie von den weicheren jungtertiären Aufschüttungen, mit denen aus Nordwesten kommende Ströme das Waldviertel stark überdeckten, auf das schwerer angreifbare Urgestein übertraten, mußten sie einen, an Stromschnellen oder Wasserfällen sich aufzeigenden Gefällsknick erfahren; das scharfe Knie, mit dem z. B. Krems und Kamp von der Ost- zur Südrichtung übergehen, wird auf Anzapfung dieser Flüsse durch die Donau zurückgeführt (2; 247 ff. und 251 f.). Doch dürfte die Talgeschichte unseres Gebietes nicht durchweg so einfach sein. Grund hat Teile des sehr eigenartigen, mehrfach die Richtung wechselnden Thayalaufes untersucht und sich bemüht, die verwickelte Entstehung klarzulegen. Die beiden lehrreichsten Ergebnisse sind, daß im oberen Thayagebiet die Hydrographie dem Zuge der Monadnock-Rücken angepaßt sind und daß das Tempo der (gegenwärtig zu Ende gekommenen) Hebung des Massivs, welche die Thaya zum Einschneiden zwang, in einzelnen Teilen gegen den Ausgang der Hebung hin ein schnelleres wurde (von unterhalb Raabs bis Waydhofen „wandert ein Gefällsknick im Thayatal aufwärts, der den Oberlauf dieses Flusses noch nicht erreicht hat": 4; 169 ff.). Und eine ähnlich verwickelte (und stellenweise mit der Thaya übereinstimmende) Geschichte glaubt Grund auch für die merkwürdige Hydrographie des Kamp annehmen zu müssen; Epigenese bzw. prämiozäne Anlage des Tales werden herangezogen, um das Vorbeifließen des Kamps am Horner Becken durch höheres Land und seinen Durchbruch zwischen Horner Wald (rechts) und Buchberg (links) erklären zu können.

5. Wie die Landschaft so zeigt auch das Klima für unser ganzes Gebiet eine gewisse Einheitlichkeit. Beide können, zumal in den höheren Teilen als verhältnismäßig rauh bezeichnet werden. Im Mühlviertel bleibt die Temperatur in allen Monaten durchschnittlich um 0,5° C hinter dem allgemeinen Mittel des ganzen Landes zurück (Januar —3,7° gegenüber —3,3°, Juli 16,2° gegenüber 16,6°, Jahr 6,3° gegenüber 6,8° C) und das Waldviertel unterschreitet bis zu 1000 m Höhe die gleichen Lagen der niederösterreichischen Alpen im Herbst um 0,5°, im Winter um 0,3° C. Die mittlere Jahrestemperatur nimmt von 8,1° im oberösterreichischen und 8,2° im niederösterreichischen Donautal bei 200 m bis zu 4,5° C in 1000 m Höhe ab; überhaupt unterscheiden sich die mittleren Temperaturen für die verschiedenen Höhenstufen im Mühlviertel höchstens um 0,2° von jenen des Waldviertels, so daß „das Waldviertel mit Rücksicht auf die Wärmeverhältnisse als die natürliche Fortsetzung des Mühlviertels angesehen werden" kann (11a; 91. Vgl. auch die folgende Tabelle). Die Niederschlagsmengen sind (im Verhältnis zu den östlicheren Landschaften) nicht gering; sie nehmen im ganzen Gebiete von Westen nach Osten ab (10a; 97 u. 10b; 27). Die Niederschlagsmengen des Passauer Waldes (80—97 cm) steigern sich an den Südabhängen des Böhmerwaldes bis über 100 cm, gehen dann in der niedrigeren Senke der Aist bis unter 70 cm herab und erheben sich wieder im höheren Grenzgebiet zwischen Oberösterreich und Niederösterreich auf 80 bis 90 cm; daran schließt sich eine schmale, nordsüdlich (quer über obersten Kamp und Weitenbach) verlaufende Zone mit 70 bis 80 cm; beinahe der ganze übrige Teil des Waldviertels hat aber 55 bis 60 cm Niederschlag, also geringere Mengen als irgend ein Teil des Mühlviertels, das Becken von Horn bleibt sogar unter 50 cm. Was die Verteilung des Niederschlags auf die einzelnen Monate betrifft, so fällt im Mühlviertel der meiste Niederschlag im Juli, der wenigste im Januar, Februar und November; im Waldviertel ist der Juni am niederschlagsreichsten, Februar und November sind am niederschlagsärmsten, dann folgen Dezember und Januar.

6.[1]) Die prähistorische Besiedlung unseres Gebietes dürfte sich bloß auf seinen Ostrand (und das Donautal) beschränkt haben, die keltischen Bojer mögen von Norden her höchstens in einige Tiefenfurchen wenig zahlreich vorgedrungen sein. Germanische Markomannen und Quaden, die sich von Böhmen und Mähren her auch über unser ganzes Gebiet ausgebreitet haben werden, sind seit Christi Geburt längs der Donau die Nachbarn des römischen Imperiums; zwischen beiden ergeben sich in diesen als Waldland doch ziemlich abgeschlossenen Gegenden kriegerische und

[1]) Diese Wasserscheide ist postmiozänen Alters; im Miozän (als das Wittingauer Becken hoch zugeschüttet war) nahm wahrscheinlich noch die Lainsitz ihren Lauf über sie hinweg durch das Thayatal nach Osten (4; 168 f.).

[2]) Z. B. der Hochsteiner Berg (334 m) bei Pillersdorf, die Granitkuppe bei Schrattenthal, der Rücken vom Feldberg (370 m) bei Groß Reipersdorf bis zum Kalvarienberg (414 m) bei Eggenburg (4; 175 f.).

[3]) Der (auch bereits an anderer Stelle erwähnte: „Das Donautal in Österreich", in dieser Zeitschrift 1922, S. 189 f.) Talzug, dessen westliches Stück der obere Weitenbach benutzt, wäre nach Puffer (2; 251) ein Graben; ebenso fließe der Taffabach in einer Senke.

[1]) Hauptquellen 1; 33 ff. und 12; 5 ff.

Höhenstufe		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Januar	Juli	Jahr
400 m	Mühlviertel	—2,3	7,2	16,5	7,5	—3,3	17,3	7,2
	Waldviertel	—2,1	7,1	16,5	7,7	—3,1	17,3	7,3
600 m	Mühlviertel	—2,9	6,1	15,4	6,7	—3,7	16,2	6,3
	Waldviertel	—2,8	6,0	15,4	6,8	—3,6	16,2	6,4
800 m	Mühlviertel	—3,5	4,9	14,3	5,9	—4,1	15,1	5,4
	Waldviertel	—3,4	4,9	14,3	5,9	—4,1	15,1	5,4
1000 m	Mühlviertel	—4,1	3,8	13,0	5,1	—4,5	14,1	4,5
	Waldviertel	—4,1	3,8	13,1	5,0	—4,7	14,0	4,5

Mittlere Temperaturen im oberösterr. Mühlviertel und niederösterr. Waldviertel in verschiedenen Seehöhen (in C °).

friedliche Beziehungen von wechselvollem Inhalte. Auch die Völkerwanderungszeit (die Rugierherrschaft) läßt unser Waldland überwiegend unberührt. Slawen sind seit dem Ende des 6. oder Anfang des 7. Jahrhunderts von Südosten her in unser Gebiet eingedrungen, den fruchtbaren Boden an Waldrand und in Senken bevorzugend; nur der Westen (westliches Mühlviertel) und der Norden bleiben von slawischen Siedlungen so gut wie frei (Ortsnamen bei 1; 34 f. und 12; 88 ff.). Die spätere Karolingerzeit ändert hier nicht viel; die bayrische und fränkische Kolonisation greift nördlich der Donau über einen schmalen Streifen kaum hinaus,[1]) das (freilich kurzlebige) Großmährische Reich hat unsere Landschaften in seine Machtsphäre einbezogen. So hat sich auch die vom 8. bis 10. Jahrhundert an einsetzende slawische Besiedlung aus dem Norden ungestört vollziehen können, zu Ende des 12. Jahrhunderts darf das böhmisch-niederösterreichische Grenzgebiet als nicht schlecht besiedeltes, freilich auf leichtere Böden beschränktes Slawenland gelten; Straßendörfer sind im Waldviertel die typische Dorfform (12; 13 ff. und 22). In dieses Slawenland, dessen Waldmassen allerdings völlig ungerodet und unbesiedelt bleiben, dringt, nachdem die spärliche deutsche Kolonisation seit der Wende des 8. zum 9. Jahrhunderts durch den Magyarensturm zu Anfang des 10. Jahrhunderts vernichtet worden war, von der 2. Hälfte des 10. Jahrhunderts, außerhalb des engsten Donautales wohl erst von 1000 an (12; 27), zunächst im unmittelbaren Anschluß an bestehende Siedlungen langsam die (anfangs gewiß ebenfalls dünne) deutsche Siedlungsschichte ein, im Mühlviertel hauptsächlich von Süden, im Waldviertel von Süden und Osten her (12; 26 f.).[2]) Zu Ende des 11. Jahrhunderts ist die von Passau (durch Vergebung an Ministerialen) ausgehende Kolonisation des westlichen Mühlviertels kaum viel über die Donau hinaus fortgeschritten (1; 38 f.),[1]) durch das Donautal selbst ist schon im 10. Jahrhundert hier wie im Waldviertler Anteil (12; 23) eine größere Kolonisationswelle hindurchgegangen;[2]) am Ausgang des 11. Jahrhunderts ist im Waldviertel schon ein etwa 20 km breiter Streifen westlich vom Manhartsberg in den fruchtbareren, klimatisch begünstigteren Teilen kolonisiert (12; 20 f. und 23 f.).[3]) Um die Mitte des 12. Jahrhunderts ist man im Mühlviertel meist die Flüsse aufwärts nach Norden bis in Höhen von ungefähr 700 m gekommen,[4]) nördlich einer im einzelnen recht verschlungen verlaufenden Linie, die etwa südlich von Rohrbach über Oberneukirchen, Zwettl (an der Gr. Rotel), Freistadt, St. Oswald, Königswiesen (an der Gr. Naarn) zur niederösterreichischen Grenze zieht, bleibt über zwei Menschenalter bis ins 13. Jahrhundert hinein der große »Nordwald« ganz unberührt (1; 40 ff. und 52 ff.).[5])

[1]) Über den allgemeinen Charakter dieser ersten schwachen Karolingischen Kolonisation s. 12; 43 f.; ihre wesentliche Bedeutung liegt darin, daß sie der späteren Kolonisation die Wege vorgezeichnet hat.

[2]) Weder das in seiner Expansionsrichtung doch wesentlich gegen Osten orientierte Böhmen verwendete besondere Energie auf die Gewinnung des Waldviertels, „noch gab es hier von österreichischer Seite eine Veranlassung zu einer Grenzkolonisation in gleichem Maße wie gegen Ungarn" (12; 53).

[1]) Im Westen der Gr. Mühl in den ehemals unter passauischer Herrschaft stehenden Gebieten herrschen im allgemeinen als Siedlungstypus Weiler und kleine Dörfer (1; 57 f.), als Hausform das Alpenhaus (1; 68 f.).

[2]) Für diese älteste, vorzüglich dem zehnten Jahrhundert angehörende, deutsche (sicher an die slawische anschließende) Besiedlung ist in den Donauebenen des Mühlviertels (und im Gallneukirchner Becken längs Aist und Gusen) die Anlage geschlossener Orte (Haufendörfer) charakteristisch; es sind das die „niedrig gelegenen, mit fruchtbarem, tertiärem Boden gesegneten" und leicht zugänglichen Gebiete (1; 50). Die typische, doch nicht alleinige Hausform ist hier der große Vierkant (1; 67 ff.).

[3]) Den Verlauf der Waldgrenze im Waldviertel um 1100 erhält man im allgemeinen als Grenzlinie der Rodungs-Ortsnamen (Endungen -schlag und -reut); sie zieht von Drosendorf südwärts bis Pernegg, weicht dem Horner Becken und Gföhler Wald aus, geht erst westlich bis Allentsteig, dann ungefähr südwärts bis gegen Raxendorf bzw. Mühldorf im Spitzer Graben, endlich westwärts parallel dem Donaulauf bis zur oberösterreichischen Grenze (St. Oswald). „Aber noch im 12. Jahrhundert steht das Waldviertel der übrigen Ostmark einigermaßen fremd gegenüber" (12; 21 u. 27).

[4]) Der (sehr weit gegen Süden reichende) Verlauf der Nordwaldgrenze im 12. Jahrhundert auf Taf. 2 bei Hackel (1).

[5]) In den während der zweiten Besiedlungsperiode, hauptsächlich also im 11. und 12., weniger im 13. Jahrhundert

Im Waldviertel hat sich die Kolonisation zwischen 1100 und 1150 gegen Westen und Norden vorgeschoben; die neue Grenze zieht vom Ispertale nach Norden gegen Martinsberg, zu den Quellen der Gr. Krems, ihr ein Stück folgend und dann genau gegen Norden bis Zwettl und von da weiter bis gegen Vitis nahe der Thaya; von hier wieder in nordöstlicher Richtung nach Weikertschlag an der tschechoslowakischen Grenze (12; 28). So ist im Mühlviertel dem folgenden Jahrhundert mehr zu tun übrig geblieben als im Waldviertel. Erfolgte hier noch in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts die Kolonisierung in westnordwestlicher Richtung gegen Weitra, bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts dann in den beiden letzten Gebieten nach Norden gegen Litschau und nach Westsüdwesten gegen Gr. Gerungs hin (12; 28), so ist dort die Urbarmachung des ganzen Nordwaldes bis an die Moldau und Maltsch ein Werk erst des 13. Jahrhunderts, worauf die eine Rodung bezeichnenden Ortsnamenendungen hindeuten. Gibt es im Waldviertel schon nach 1250 kein größeres zusammenhängendes Gebiet mehr, das unbesiedelt wäre und auch kirchlicher Organisation entbehrt hätte (12; 28), so ist im Mühlviertel erst Ende des 13. Jahrhunderts die friedliche, die Slawen aufsaugende Kolonisation im wesentlichen zum Abschluß gebracht, Ende des 14. (1383) Jahrhunderts gehört das ganze Mühlviertel im Westen gegenüber Bayern, d. h. den Passauer Bischöfen (1; 45) bereits zu Österreich.[1]) Was die Herkunft der Kolonisten betrifft, so dürften es im Mühlviertel zum größeren Teil Bayern, nur im äußersten Westen, im Norden und Nordosten wie an der Donau Franken gewesen sein.[2]) Auch im Waldviertel gehörte zweifellos die Mehrzahl der Kolonisten dem bayrischen Stamme an; doch scheint auch hier sehr viel (12; 81ff.) für eine nicht geringe fränkische Einwanderung im Gefolge des fränkischen Kaiserhauses wie des fränkisch-babenbergischen Markgrafengeschlechtes zu sprechen.[3])

Als ganzes genommen ist die Kolonisation im Mühlviertel ein rein wirtschaftlicher Vorgang gewesen, die politische Grenze wird nicht zielbewußt festgelegt, sie schwankt gegen Böhmen in ihrem Verlaufe und in ihrer zeitlichen Fixierung (Besitzungen beiderseits der Landesgrenze in denselben Händen!).[1]) Dagegen folgt im Waldviertel, das einerseits eine Mittelstellung einnimmt zwischen jenen Gebieten, in denen die Kolonisation ausgesprochen militärischen Charakter trägt wie im östlichen Niederösterreich und denen, wo sie zunächst nur eine wirtschaftliche Expansionsbewegung war wie im Mühlviertel (12; 81), andererseits den Übergang darstellt von einer „rein grundherrlichen Expansion zur planmäßigen norddeutschen Kolonisation" (12; 72),[2]) der wirtschaftlichen Erschließung sogleich die politische Grenzbildung (die Landesgrenze ist im großen und ganzen auch Guts- und Ortsnamengrenze).[3]) Daß die wirtschaftliche Ausbreitung überdies im Mühl- gegenüber dem Waldviertel bloß etwa halb soweit nach Norden sich vorschob, mag sich daraus erklären, daß im niederösterreichischen Marklande viel „größere wirtschaftliche und vor allem politische Energien" zu Gebote standen (12; 18f.). Es ist wenigstens für das Waldviertel wahrscheinlich, daß gleich die erste Kolonisation ziemlich schnell den Ausbau des ganzen Landes in Angriff nahm; die Mehrzahl der heute bestehenden Ortschaften werden schon bis zum Abschluß der ersten Kolonisationsperiode um 1250 in den Urkunden genannt.

7. Unser Massivanteil ist wenig dicht bevölkert und eigentlich arm an größeren Orten. Dies hängt vor allem mit der wirtschaftlichen Struktur des Gebietes zusammen, die ja wiederum das Ergebnis mannigfacher Umstände ist: der Acker-

kolonisierten Gebieten des Mühlviertels, aber selbst in Teilen des am spätesten besetzten Nordwaldes herrscht östlich der Gr. Mühl (und südlich einer 1; 51 genau beschriebenen, im allgemeinen mit der Nordwaldgrenze übereinstimmenden Linie: also in verhältnismäßig weiten Gegenden), vom Gallneukirchner Becken abgesehen, die Einzelsiedlung, wohnt der größte Teil der Bevölkerung in einzelstehenden Gehöften, die charakteristische Hausform ist der kleine Vierkant (1; 67 u. 69). In den übrigen Nordwaldstrecken überwiegt wieder die auf die Kolonisation des 13. Jahrhunderts zurückgehende dorfmäßige Siedlung als Typus der, in der Regel auf -schlag endenden Waldhufendörfer (1; 54f.), die charakteristische Hausform ist hier das sog. fränkische Haus (1; 67 u. 69).

[1]) Der Passauer Wald südlich der Donau war auch noch später zwischen Bayern und Österreich geteilt und kam erst 1779 mit der Beendigung des bayrischen Erbfolgekrieges an Österreich.

[2]) Ortsnamen: bayrisch die Endungen auf -ing, -gschwend, -schlag, -reit, fränkisch die Endungen auf -reut, -heim, -hausen, Zusammensetzungen mit franken-; auch dialektisch ergeben sich Unterschiede (1; 46f.).

[3]) A. Haberlandt (13; 2) weist darauf hin, daß sich die fränkische Mundart in Niederösterreich, besonders im Waldviertel, rein erhalten habe. Er betont (13; 5), daß die (hier wohl planmäßig von den Ministerialen für ihre Grün-

dungen übernommenen: 12; 70) Straßendörfer in weitgehendem Maße den Bodenformen angepaßt sind, indem „die Häuserreihen eng den unregelmäßigen Talfurchen folgen"; im oberösterreichischen Grenzgebiet herrschen als Siedlungsform der Kolonisation des 13. Jahrhunderts „wegen der ungünstigeren wirtschaftlichen Verhältnisse Dörfer mit besser bestifteten und darum weiter auseinandergebauten Gehöften vor (Waldhufendörfer)". Nebenbei bemerkt sei, daß im Waldviertel als Gehöfteform vielfach der Dreiseithof zu finden ist.

[1]) Die Festlegung der Grenze gegen Böhmen erfolgte im einzelnen wahrscheinlich „ganz allmählich durch Konsolidierung und Abgrenzung der verschiedenen Gutsbezirke"; daher fehlte es auch während des ganzen Mittelalters nicht an Grenzstreitigkeiten (12; 19). Als nach 1526 Böhmen mit Österreich vereinigt wurde, „geriet auch der Grenzverlauf vielfach in Vergessenheit; so wurde z. B. erst Ende des 18. Jahrhunderts die Grenze des Mühlviertels gegen Böhmen neu bestimmt" (1; 44).

[2]) Grundherren, Ritter und Ministerialen besitzen einen weitgehenden Anteil an der Organisation der Kolonisierung, doch kommt es zu keiner Verselbständigung der Masse der Kolonisten gegenüber den Grundherren (12; 81). Über Vorgang und Organisation der Kolonisierung bis zum Ende des ersten Drittels des 11. Jahrhunderts im allgemeinen und als Voraussetzung der Besiedlungsgeschichte des Waldviertels: einerseits 12; 42ff. und 46ff., andererseits mit geändertem Charakter seit ca. 1030 12; 49ff.

[3]) Die Grenze des Waldviertels gegen Böhmen wird (bis auf einen kleinen Rest in der Gegend von Raabs zu Ende des 13. Jahrhunderts — 1282 —) bereits zu Ende des 12. Jahrhunderts (1179, 1185) festgelegt (12; 16f.).

bau leidet unter der Rauheit des Klimas und Kargheit des Bodens, große Flächen nimmt daher noch immer der Wald ein, die Entwicklung der Großindustrie ist relativ gering, das Mühlviertel besitzt keine einzige westöstliche Eisenbahnlinie. Die mittlere Dichte des ganzen Mühlviertels mag heute rund 67 betragen, doch bleibt mehr Land darunter als darüber; nur das Gallneukirchner Becken und die Mühlsenke sind stärker bevölkert, unter dem Mittel halten sich weite Waldstrecken (Böhmerwaldausläufer, Freiwald, an der niederösterreichischen Grenze der Weinsberger Wald) und die Gebiete der Einzelsiedlung. Noch dünner besiedelt (unter 58 im Mittel) ist das Waldviertel und auch hier bewirken nur einige wenige besser bevölkerte Teile — die Industriegebiete im Nordwesten haben stellenweise eine Dichte von über 90 — diese (geringe) Höhe, große Flächen wie die Ostabdachung des Freiwaldes und Weinsberger Waldes erreichen nicht einmal sie. Die meist die allzu engen Täler meidenden, auf den Höhen erbauten Märkte des Mühlviertels, die das Gebiet der Einzelsiedlung durchsetzen, sind klein geblieben, da sie nur ganz lokale Bedürfnisse zu befriedigen haben; selten haben sie mehr als 600 Einwohner; das Gebiet der Einzelsiedlung aber, historisch als gutsherrliche Anlage verständlich, doch nicht notwendig durch die Landesnatur bedingt, nimmt verhältnismäßig große Flächen ein. Auch im Waldviertel hat die größere Zahl der Ortschaften bloß örtliche Bedeutung als Marktmittelpunkte eines kleineren Verkehrsgebietes.

Übersicht über die wichtigste Literatur.

1. A. Hackel, Die Besiedlungsverhältnisse des oberösterreichischen Mühlviertels in ihrer Abhängigkeit von natürlichen und geschichtlichen Bedingungen (= Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde, XIV/1). Stuttgart 1912.

1a. M. Brust, Die Exkursion des geographischen Instituts der Wiener Universität ins österr. Alpenvorland und Donautal (= Geogr. Jahresbericht aus Österreich, Bd. IV, 1906, S. 86—118).

2. L. Puffer, Physiogeographische Studien aus dem Waldviertel (= Monatsblätter des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich, VI. Jahrg., Nr. 16, April 1907, S. 241 ff.).

3. Derselbe, Der Böhmerwald und sein Verhältnis zur innerböhmischen Rumpffläche (= Geographischer Jahresbericht aus Österreich, Bd. VIII, 1910, S. 113—170).

4. A. Grund, Die Pfingstexkursion der Prager Geographen ins niederösterreichische Waldviertel (= ebenda, Bd. XI, 1915, S. 166—181).

5. M. Michl, Bericht über die Exkursion ins Waldviertel 1912 (= ebenda, Bd. X, 1912, S. 216 ff.).

6. J. Mayer, Niederösterreich, nach seinen Landschaften geschildert (= 56. Jahresbericht der Staatsrealschule im 7. Wiener Gemeindebezirke). Wien 1907.

7. G. Rusch, H. Vetters, Fr. Koenig, H. Pabisch, Landeskunde von Niederösterreich. 3. Aufl., Wien (o. J.) 1908.

8. O. Lehmann, Bemerkungen zu Puffers Ansichten über die Formen des Böhmerwaldes (= Mitteilungen der Geogr. Gesellschaft in Wien, 60. Bd., 1917, S. 414 ff.).

9. A. Sokol, Morphologie des Böhmerwaldes (= Petermanns Mitteilungen, 1916, S. 445 ff.).

10. a) Derselbe, Zur Beurteilung der Ansichten Puffers über die Böhmerwaldformen und b) Erwiderung darauf durch O. Lehmann (= Mitteilungen der Geogr. Ges. in Wien, 61. Bd., 1918, S. 290 ff.).

11. a) Th. Schwarz, Klimatographie von Oberösterreich. Wien 1919. b) J. Hann, Klimatographie von Niederösterreich. Wien 1909.

12. Fr. Heilsberg, Geschichte der Kolonisation des Waldviertels (= Jahrbuch des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich, N. F. Bd. VI, 1907).

13. A. Haberlandt, Volkskunde von Niederösterreich (= Heimatkunde von Niederösterreich, 12). Wien 1921.

14. Aufsätze von A. Strassacker über Landschaft und Wirtschaft des Waldviertels, Fr. Biffl über Ortsnamen und Hausformen des Waldviertels in »Studien zur Heimatkunde von Niederösterreich«, herausgeg. von A. Becker, Wien 1910.

NB. Der oberösterreichische Anteil bedürfte noch einer gründlichen Erforschung, hier mangelt es vollständig an neuerer Literatur; die Studie Grabers in Peterm. Mitteilungen Bd. 48 (1902) S. 121 ff. wurde nicht erwähnt, da ihre Ergebnisse stark bestritten sind. Das Waldviertel wird in Kürze eine kleine Monographie durch R. Rosenkranz (= Heimatkunde von Niederösterreich, Heft 2) erhalten.

Einzelberichte.

Taxin, ein Alkaloid der Eibe.

Über die Giftstoffe der Eibe (Taxus baccata) war bisher nur wenig bekannt. Nunmehr ist es E. Winterstein und D. Jatrides gelungen, ein definiertes Alkaloid, dem die Forscher den Namen Taxin geben, zu isolieren.[1]) Die Reindarstellung des Stoffes unterliegt insofern gewissen Schwierigkeiten, als die Menge in Form von Alkaloid gebundenen Stickstoffs in den Blättern der Eibe nur 0,04 % beträgt. In den getrockneten Nadeln des Baumes finden sich etwa 0,7—1,4 % wahrscheinlich reinen Taxins.

Will man das Taxin aus den Nadeln in Freiheit setzen, so digeriert man mehrere Tage mit 1 proz. Schwefelsäure bei einer Temperatur, die 15 Grad nicht übersteigen soll. Durch aufeinanderfolgendes Alkalisieren mit Ammoniak, Ausäthern und Abdampfen des Äthers erhielt man eine sirupöse Masse, die im Vakuum in eine rein weiße, blättrige, leicht zerreibliche Substanz überging, die das Taxin darstellt. Bisher gelang es nicht, es in kristallinischen Zustand überzuführen.

Das Taxin ist duftlos, hat stark bitteren Geschmack, ist unlöslich in Wasser und Petroläther, dagegen leicht löslich in Säuren sowie in den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln. Neben den üblichen Alkaloidfällungen sind einige Farbreaktionen kennzeichnend: mit konz. Schwefelsäure befeuchtet wird der Stoff tief veilfarben, mit konz. Schwefelsäure und Kaliumbichromat tritt ublaue Färbung auf. Nimmt man konz. Schwefelsäure und Phosphormolybdänsäure, so erhält man eine grüne Farbe.

[1]) Zeitschr. f. physiolog. Chemie 117, S. 240, 1921.

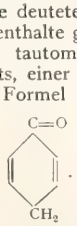
Wichtiger als diese mehr zur Analyse verwertbaren Eigenschaften sind die Versuche Wintersteins, etwas über die Konstitution des Stoffes zu ermitteln. Durch Molekulargewichtsbestimmung ist die empirische Formel $C_{37}H_{51}O_{10}N$ sicher gestellt, die durch ein Pikrat und ein Pikrolonat gestützt wird. Bei der Spaltung des Taxins mit verdünnten Säuren entstehen neben anderen, nicht näher erkannten Stoffen Zimt- und Essigsäure. Im übrigen ließ sich wahrscheinlich machen, daß der Stickstoff nicht einem heterozyklischen System angehört.

Wichtig ist endlich die physiologische Untersuchung des neuen Stoffes. Das Taxin ist ein spezifisches Herzgift. Intravenös einem Kaninchen einverleibt, genügen 0,004—0,005 g, um den Tod herbeizuführen. Zunächst tritt beschleunigtes Atmen, erhöhter Puls ein, dann verlangsamt sich der Herzschlag, um schließlich in Diastole überzugehen, worauf der Tod unter Krämpfen und Blutdrucksenkung eintritt. Die Erscheinungen entsprechen mithin im wesentlichen den bei Eibenvergiftungen auch sonst beobachteten, so daß man im Taxin das eigentliche Gift dieses Baumes zu erblicken hat. H. Heller.

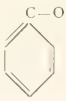
Zur Theorie der Substitutionsvorgänge.

Die Substitution, d. h. der Eintritt chemischer Gruppen in Verbindungen unter Verdrängung von einem oder mehreren Wasserstoffatomen, ist ein wichtiges Mittel, von einer gegebenen Stammsubstanz sich herleitende Abkömmlinge zu gewinnen. Bekanntlich wird beispielsweise dem Benzol die Nitrogruppe $-NO_2$ leicht substituiert, wenn Benzol mit Salpetersäure behandelt wird. Über den feineren Verlauf dieser wie der meisten Substitutionen ist man bisher allerdings keineswegs im Klaren. Gewiß scheint nur, daß einer jeden Verdrängung von Wasserstoff eine Anlagerung der verdrängenden Gruppe vorausgeht. Welches aber die Bedingungen interatomarer und intermolekularer Art sind, die zu einer An- und nachheriger Einlagerung führen, ist noch ein durchaus offenes Problem. 1899 hat Thiele die ersten experimentell gestützten Ansichten über die Frage ausgesprochen. Nach Thiele ist uns die Wirkungsweise der sog. „doppelten", ungesättigten Bindungen verständlich geworden. Die vier nach den Ecken eines Tetraeders strebenden Valenzeinheiten des Kohlenstoffatoms suchen nach Möglichkeit diese symmetrische Anordnung beizubehalten. Werden nun zwei von ihnen mit zwei anderen eines zweiten Kohlenstoffatoms vereinigt, so daß wir das Bild einer „doppelten" Bindung gewinnen, so entsteht mithin eine Spannung. Baeyer, der diese Vorstellung schuf, deutet damit die leichte Lösbarkeit der doppelten, also scheinbar um so festeren Bindungen. Thiele ging weiter, indem er die Störung des Valenzgleichgewichtes allgemein für die Leichtigkeit von Umsetzungen überhaupt, von Substitutionen im besondern verantwortlich machte. Insbesondere studierte er auch den Einfluß benachbarter Gruppen auf die Substitutionsfähigkeit.

Es ist bekannt, daß dem Phenol, C_6H_5OH, eine ganz bedeutend größere Reaktionsfähigkeit zukommt als seiner Stammsubstanz, dem Benzol C_6H_6. Obwohl also scheinbar der Kohlenstoffsechsring des Benzols erhalten geblieben ist und lediglich eines seiner Wasserstoffatome durch eine Hydroxylgruppe ersetzt ist, ist die Willigkeit des Ringes zu weiteren Substitutionen ganz bedeutend gesteigert. Thiele deutete das durch die Annahme, das Phenol enthalte gar keine OH-Gruppe, sondern bilde eine tautomere Form mit einer CO-Gruppe einerseits, einer CH_2-Gruppe andererseits, im Sinne der Formel



Man hätte also einen Chinon ähnlichen Stoff mit der dieser Verbindungsklasse eigenen hohen Reaktionsfähigkeit vor sich. Diese Auffassung wie verwandte Deutungen sind durch das Experiment widerlegt worden. In einer wichtigen Untersuchung von K. H. Meyer und Lenhardt[1]) wurde nämlich nachgewiesen, daß Phenoläther, z. B. $C_6H_5O \cdot C_2H_5$, fast eben so reaktionsfähig sind wie das Phenol selbst. Da in diesen Stoffen laut Formel



weder eine CO-Gruppe, noch eine chinonartige Struktur vorliegen kann, so ist Thieles Theorie unhaltbar. Meyer formulierte stattdessen eine auch durch anderweitige Befunde gestützte Theorie. Aus dem Formelbild des Phenoläthers ist ersichtlich, daß, wenn man die Kekulésche Schreibweise des Benzolrings anerkennt, an dem substituierten C-Atom eine Doppelbindung und eine $-O \cdot C_2H_5$-Gruppe sitzen. Es zeigte sich nun, daß ganz allgemein Doppelbindungen in den verschiedenartigsten Kohlenstoffsystemen immer dann eine besonders hohe Reaktionsfähigkeit besitzen, wenn in ihrer unmittelbaren Nähe eine OH-Gruppe, Amino- oder Dimethylaminogruppe sich befinden. Diese Gruppen „aktivieren" die ohnehin nicht eben stabile Bindung, die so zur „aktiven Doppelbindung" wird. Auch das Phenol gehört zu der großen Stoffklasse, die jener aktiven Doppelbindung teilhaftig ist. Hieraus erklärt sich, wenigstens in erster Annäherung, seine unverhältnismäßig hohe Reaktionsfähigkeit.

Um die Brauchbarkeit dieser Theorie zu prüfen, handelt es sich um die Feststellung der Eigen-

[1]) Annalen d. Chemie 398, S. 66, 1913.

schaften einfachster Verbindungen, die jene Bindungsverhältnisse aufweisen. Denn in ihnen muß die aktive Doppelbindung vorherrschend wirksam sein, der Molekülrest dagegen in den Hintergrund treten. Ein solch einfaches Beispiel zu geben, ist K. H. Meyer und H. Hopff[1]) neuerdings gelungen. Sie stellten das (bisher unbekannte) Dimethyl-vinyl-amin von der Formel

$$CH_2 = CH \cdot N(CH_3)_2$$

dar. Dieses Amin stellt eine leicht bewegliche Flüssigkeit von äußerst hoher Reaktionsfähigkeit dar, wie es die Theorie erwarten ließ. Schon nach wenigen Stunden ist der Stoff polymerisiert. Er addiert leicht Brom und läßt sich mit Nitranilin sofort in einen Azokörper überführen. Während also das jenem Stoff zugrundeliegende Äthylen $\cdot CH_2 = CH_2$ von vergleichsweise träger Umsetzungsfähigkeit ist, wird die in ihm enthaltene Doppelbindung durch den angefügten Rest bedeutend „aktiviert", und es entsteht ein Stoff, der dem für die Azoverbindungen hochwichtigen, weil leicht kuppelnden Dimethyl-anilin völlig zur Seite gestellt werden kann.

Die Doppelbindung, gleich in welcher Umgebung sie sich befindet, ist mithin zu den Umsetzungen befähigt, die im allgemeinen als für Phenole, Anilin usw. kennzeichnend gelten, in allen Fällen, in denen sie durch unmittelbar benachbarte aktivierende Gruppen hinreichend ungesättigt gemacht ist. Umgekehrt darf man die leichte Substitutionsfähigkeit des Phenols der in ihm gegebenen aktiven Doppelbindung zuschreiben. Der Substitution geht eine Addition an der aktivierten Doppelbindung voraus![2]) Die naheliegende Folgerung ist, daß Substituenten an einer aktivierten Doppelbindung besonders fest haften müssen. In der Tat ist dem so. Meyer kann zeigen, daß beispielsweise Brom am Benzolring um so fester sitzt, d. h. um so schwerer abgespalten wird, je leichter es sich ursprünglich addierte.[3]) Noch nicht ganz geklärt erscheint lediglich der Einfluß aktivierender Gruppen auf die Molekularrefraktion.[4])

Bisher galt die Regel, daß aromatische Stoffe substituieren, Fettverbindungen dagegen addieren. Durch die Kuppelung von Mesitylen, also einem reinen Benzolkohlenwasserstoff, zu einem Azokörper ist Meyer endlich auch der Nachweis gelungen, daß selbst jener auffallende Gegensatz im Verhalten der beiden großen Klassen der organischen Verbindungen verschwindet, wenn durch „Aktivieren" im oben erläuterten Sinne für hinreichende Beweglichkeit der Bindungen im Benzolring gesorgt ist.[5]) Als Aktivatoren haben im Falle des Mesitylens die Methylgruppen zu gelten, — gewiß ein bemerkenswertes Ergebnis. Es scheint geeignet, die von H. Kauffmann betonte Wirkung der „Häufung" von Gruppen auf den Gesamtcharakter eines Stoffes verständlich und in erster Annäherung erklärlich zu machen.[1]) H. Heller.

[1]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 54, S. 2274, 1921.
[2]) Ebenda 54, S. 2265, 1921.
[3]) Ebenda S. 2269.
[4]) Vgl. hierzu v. Auwers, Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 54, S. 3000. 1921.
[5]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 54, S. 2283, 1921.

Die Desensibilisierung des Bromsilbers.

Im Jahre 1873 entdeckte Herm. Vogel die sog. „optischen Sensibilisatoren". Wie ihr Name zum Ausdruck bringt, sind dies Stoffe, die optisch empfindlich machen, die insbesondere die Unempfindlichkeit der photographischen Bromsilberplatte gegen die Strahlen großer Wellenlänge (roter bis grüner Teil des Spektrums) aufheben. Die Empfindlichkeit der Platte gegen Tageslicht, d. h. Licht aller Wellenlängen wurde durch solche Sensibilisatoren nicht gesteigert, wohl aber war es möglich, wie jedem Lichtbildner bekannt ist, die Wirkung roter, kreßgefärbter und verwandter Gegenstände auf die Platte zu erhöhen. Die Photographie in natürlichen Farben beruht zum wesentlichen Teil auf den optischen Sensibilisatoren.

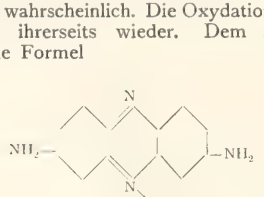
Die umgekehrte Wirkung, eine Desensibilisierung des Silberbromids, hat man auffallenderweise nie auch nur aus theoretischen Erwägungen bearbeitet; vermutlich deshalb, weil der Lichtbildner begreiflicherweise stets nach einer Erhöhung bzw. Verfeinerung der Empfindlichkeit der Platte strebte. Nun gibt es allerdings einen Fall, in dem man die Empfindlichkeit jeder Platte gern auf ein Mindestmaß herabgesetzt sähe, — die Entwicklung des Bildes auf der belichteten Platte. Naturgemäß muß, solange das empfindliche Silberbromid auch nur in Spuren in der Schicht vorhanden ist, der Zutritt des Lichtes auf ein Mindestmaß eingeschränkt werden. Die zu diesem Behufe meistbenutzte Dunkelkammer hat man seit einigen Jahren schon zu umgehen versucht, es sei an die Verfahren von Ludwig, Lumière und von Freund erinnert. In der Regel beruhen sie darauf, die Entwicklerflüssigkeit mit einem roten Farbstoff anzufärben, der ähnlich wie das rote Glas der Lampe in der Dunkelkammer wirken sollte.

Erst in jüngster Zeit gelang es Lüppo-Cramer, einen Entwicklungsprozeß auszuarbeiten, der auf der Wirkung eines Desensibilisators beruht und die Nachteile der erwähnten Verfahren dadurch vermeidet, daß die Lichtempfindlichkeit des Silberbromids an sich herabgesetzt wird.[2]) Als Desensibilisatoren erwiesen sich die Oxydationsprodukte einiger Entwickler, in erster Linie des Amidols. Unter ihrer Einwirkung gelingt es, Entwicklungen bei ganz hellem gelben Licht vorzunehmen. Der Umstand,

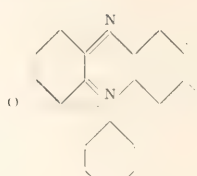
[1]) Kauffmann, Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution. Stuttgart 1920.
[2]) Zeitschr. f. angewandte Chemie 35, S. 69, 1922.

daß die derart wirkenden Stoffe der Konstitution nach Farbstoffe sind, veranlaßte dann Lüppo-Cramer, unter den in diese Gruppe fallenden Verbindungen eine Reihe besonders wirksamer auszuwählen, die eine bedeutende Schwächung der Lichtempfindlichkeit des Silberbromids bewirken. Als bestgeeignet erwies sich das Phenosafranin, der einfachste Vertreter der Safranine überhaupt.[1]) Schon in äußerst geringer Menge dem Entwicklerbade zugesetzt gestattet es, eine Entwicklung bei gelbem Licht (Kerzenlicht!) vorzunehmen, wobei die Platte dem Bade zur Ansicht entnommen und bis in die letzten Feinheiten entwickelt werden kann.

Die hohe Bedeutung dieser Entdeckung, die übrigens bereits praktisch mannigfach bestätigt ist, liegt nicht allein in der Aussicht, nunmehr auch panchromatische, also hochrotempfindliche Platten leicht entwickeln zu können und auch im übrigen die Entwicklung weit einfacher als bisher auszugestalten, sondern ebenso auf theoretischem Gebiet. Durch das Safraninverfahren ist der Beweis einer weitgehenden Herabsetzung der Empfindlichkeit des Silberbromids geliefert. So unklar, wie man sich, trotz der nach Hunderten zählenden Arbeiten über die Theorie der Bildentstehung noch immer ist, so erscheint es doch sicher, aus der Desensibilisation Rückschlüsse auf die Lichtreaktionen des Bromsilbers im allgemeinen ziehen zu dürfen. Einen Anfang in dieser Richtung sind die Erwägungen von Lüppo-Cramer selbst. Nach ihm wird das unter dem Einfluß des Entwicklerlichtes photochemisch nascierende Silber durch die Safranine alsbald oxydiert, kann also zu Schleierbildungen keinen Anlaß geben. Da sich Desensibilisation schon in oxydierten Amidolentwicklern nachweisen läßt, so ist diese Erklärung wahrscheinlich. Die Oxydationsprodukte oxydieren ihrerseits wieder. Dem Safranin kommt die Formel



zu. Der naheliegende Angriffspunkt der Oxydation sind offenbar die Amidogruppen. Ersetzte Lüppo-Cramer diese stufenweise durch Sauerstoff oder Hydroxyl, so nahm die Desensibilisationsstärke ab, um schließlich im amidogruppenfreien Safranol von der Formel



ganz aufzuhören. (Die Oxydation des Anilins zum Chinon ist ein bekanntes einfacheres Beispiel für die Leichtigkeit der Oxydation und folgenden Desoxydation der Amidogruppe. Ref.)

H. Heller.

[1]) Lüppo-Cramer, Negativentwicklung bei hellem Licht (Safraninverfahren). Leipzig 1922, Liesegangs Verlag.

Der Kiefernspanner und seine Schmarotzer.

Die Vermehrung schädlicher Schmetterlinge ist dadurch begrenzt, daß Schlupfwespen und Raupenfliegen in den Raupen und Puppen schmarotzen und um so häufiger auftreten, je größer die Zahl der Schmetterlinge und Raupen geworden ist. In dem Zoologischen Institut der Universität in Posen hat Prof. Sitowski die Parasiten des Kiefernspanners (Bupalus piniarius L.) studiert, der als Schädling in den Wäldern der Tiefebene von Sandomierz massenhaft aufgetreten war.[1]) Im Jahre 1918 wurden durch Schlupfwespen über 72 % der Kieferspannerpuppen vernichtet (50 % durch Anomalon biguttatum Grav., 12 % durch Heteropelma calcator Wesm., 10 % durch Ichneumon nigritarius Grav. und vereinzelte durch Ichneumon pachymerus Ratz., rufipes Gr., pallidifrons Gr. und albicinctus Gr.). Massenhaft traten auch Raupenfliegen auf, die ihre Eier in die Raupen legten, hauptsächlich Lydella (Dexodes) nigripes Fall. und selten Carcelia excisa Fall. Man findet die Made der Fliege im 7.—9. Segment der Raupe. Als der Kiefernspanner im Jahre 1916 massenhaft auftrat, und mehrere Tausende von Hektaren des Waldes zerstörte, waren nur wenige Raupen mit Parasiten infiziert. Aber im folgenden Frühjahr fand Sitowski die Raupenfliegenmaden schon in 25 % der Raupen und im September schon in 60 %. Die Zahl der Kiefernspanner mußte also rasch zurückgehen. Aber auch die Vermehrung der Raupenfliegen hatte ihre natürliche Grenze. Denn in den Maden der Raupenfliege trat als sekundärer Parasit eine kleine Schlupfwespe auf, welche die Fliegenmaden im Innern der Raupe anzustechen vermag (Mesochorus politus Grav.).

Abgesehen von den Parasiten aus der Klasse der Insekten wirkte auch eine auf Protozoen beruhende Epidemie (Polyederkrankheit) bei der Vertilgung der Kiefernspannerraupen mit, und auch diese nahm von Jahr zu Jahr an Ausdehnung zu.

Die ganze Untersuchung liefert ein neues Bei-

[1]) Bulletin de l'Académie des sc. de Cracovie. Juillet 1918. — Travaux de l'Université de Poznan, Section d'agriculture et de sylviculture 1922 (polnisch).

spiel zu der Lehre vom Kampf ums Dasein in dem Sinne, daß der ungehemmten Vermehrung einer Tierart meistens die Vermehrung ihrer natürlichen Feinde entgegentritt.

H. E. Ziegler (Stuttgart).

Pflanzenreste aus Pfahlbauten.

Für die sorgsame Untersuchung einiger in Pfahlbauten bei Schussenried (Württemberg) aufgefundenen Pflanzenreste sind wir G. Lindau[1]) zu Dank verpflichtet. Dadurch erfahren die älteren Angaben von O. Heer über die Pflanzen der Pfahlbauten (in Mitteil. d. antiq. Gesellschaft zu Zürich 1865) eine wertvolle Ergänzung. Es kann jetzt als sicher gelten, daß schon zur Pfahlbauzeit bei Schussenried Eichen, Kiefern, Aspen (*Populus tremula* L.), Linden (*Tilia platyphyllos* Scop.) und Eschen vorkamen. Von menschlichen Nährpflanzen konnten festgestellt werden: Weizen (*Triticum tenax* A. et Gr. var. *vulgare* (Vill.) A. et Gr.), Gerste (*Hordeum polystichum* Hall. var. *hexastichon* Döll.), Himbeere und Haselnuß (*Corylus avellana* L. f. *oblonga* G. Andr.). Vielleicht wurden auch noch einige Knötericharten (*Polygonum convolvulus* L. und *P. mite* Schrank) angebaut. *Stellaria media, Triticum repens* L. und *Atriplex hastatum* L. müssen auch damals schon verbreitete Unkräuter gewesen sein. Zur Herstellung von Matten wurde *Aira caespitosa* L., die Rasenschmiele verwendet, deren Blätter an den stark vorspringenden, sehr rauhen Nerven leicht kenntlich sind. Außerdem konnten noch zwei Sumpfmoose (*Drepanocladus lycopodioides* und *Calliergon cordifolium*) ermittelt werden, die aus Pfahlbauten bisher noch unbekannt waren.

E. Schalow (Breslau).

Di- und Triphenylblei.

Die Verbindungen der Metalle mit organischen Gruppen sind in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Einesteils gestatten sie infolge der eindeutigen Wertigkeitsverhältnisse bei organischen Resten (wie Methyl-, Phenyl- und anderen Resten) eine Bestimmung der ausgezeichneten Wertigkeitsstufen der Metalle selbst. Andererseits ermöglichen sie einen Vergleich mit solchen Verbindungen, in denen das Metall durch Kohlenstoff vertreten ist, also mit rein organischen Verbindungen. Die so gewonnenen Parallelen lassen ihrerseits Rückschlüsse auf die Natur des Kohlenstoffs hinsichtlich seiner Stellung im periodischen System zu. Neben dem Silizium, dem dem Kohlenstoff nächst verwandten Element, ist das Blei zu derartigen vergleichenden Studien gern herangezogen worden. Aus der Existenz des Tetraphenylbleis, eines leicht zu erhaltenden, recht beständigen Stoffes, ließ sich der bündige Beweis für die Vierwertigkeit des Bleis herleiten. Aus den anorganischen Verbindungen des Bleis läßt sich nun folgern, daß die Stufe der Zweiwertigkeit dieses Metalls die beständigere ist. Nicht so bei den organischen Verbindungen des Bleis. In ihnen zeigt sich vielmehr ein Bestreben, gerade die vierwertige Stufe zu gewinnen. Daneben aber tritt auch die anorganisch bisher nicht festgestellte dreiwertige Form des Bleis auf.

1919 zuerst beschrieb Erich Krause[1]) einige Verbindungen, die sich vom dreiwertigen Blei herleiten. Neuerdings gelang es ihm, in Gemeinschaft mit G. Reißaus, unter anderem das besonders interessante Triphenylblei darzustellen.[2]) Dieser Stoff von der Formel $Pb(C_6H_5)_3$ läßt sich darstellen aus Phenylmagnesiumbromid und Blei(II)chlorid.[3]) Er stellt (mit 1 Molekül Kristallbenzol) gut kristallisierende, diamantglänzende Rhomboeder dar, die an der Luft verwittern, ohne sich zu zersetzen. Seine Lösungen sind blaßgelb gefärbt; die Farbe verstärkt sich beim Erhitzen und geht beim Abkühlen wieder zurück. Diese Erscheinungen deuten darauf hin, daß im Triphenylblei das Metall einen nicht völlig „gesättigten" Bindungszustand hat, sondern offenbar freie Valenzbeträge aufweist. Damit tritt der Stoff in unmittelbare Parallele zum Triphenylmethyl $C(C_6H_5)_3$, in dem der Kohlenstoff die Stelle des Bleis einnimmt. Ebenso wie der hier dreiwertig anzusprechende Kohlenstoff bestrebt ist, in den Zustand der gesättigten Vierwertigkeit überzugehen, so strebt das Blei den vierwertigen Verbindungszustand an: schon beim Erhitzen geht das Triphenylblei in Bleitetraphenyl über. Der ungesättigte Charakter des Stoffes kommt auch in einer sehr willigen Addition von Jod zum Ausdruck.

Der Vergleich des Bleis mit dem in der gleichen Gruppe des periodischen Systems stehenden Kohlenstoff zeigt mithin weitgehende Analogie. Nicht so der des Bleis in Kohlenstoffbindung mit Blei in anorganischer Verkettung! In dieser wird, wie erwähnt, die Zweiwertigkeit bevorzugt, d. h. die gesamten Valenzbeträge des Bleiatoms drängen sich zu zwei ausgesprochenen Kraftfeldern zusammen. Dem Kohlenstoff gegenüber lockern sich diese Felder: die Vierwertigkeit wird nicht nur leicht erreicht, sondern bevorzugt, so daß niedrigere Wertigkeitsstufen gelockerte Kraftfelder enthalten, also minder gesättigte Verbindungen von entsprechender Farbigkeit sind. Dies ist mehr noch als am Triphenylblei zu erkennen am Diphenylblei, dessen Auffindung und Eigenschaften Krause in der gleichen Mitteilung beschreibt.

[1]) Vgl. G. Lindau, Das Pfahldorf Riedschachen bei Schussenried und ähnliche Lokalitäten. Verhandl. bot. Ver. Prov. Brandenb. 63. Jahrg. 1920/21.

[1]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 52, S. 2165, 1919.

[2]) Ebenda Bd. 55, S. 888, 1922.

[3]) Über diese Schreibweise vgl. „Zum Nomenklaturproblem in der organischen Chemie" v. Verf., Naturw. Wochenschrift N. F. Bd. XIX, S. 257.

Diphenylblei stellt ein blutrotes Pulver dar, dessen Lösungen die gleiche Farbe aufweisen. An der Luft ist es außerordentlich unbeständig, auch unter den meisten anderen Bedingungen zersetzt es sich mit Leichtigkeit. So verbindet es sich sofort mit Jod, reduziert augenblicklich Silbernitratlösung usw. In Lösung befindet sich Diphenylblei, laut Molekulargewichtsbestimmung, in monomolekularer Form, also, da die rote Farbe in festem Zustand erhalten bleibt, auch in diesem, so daß man es wirklich mit einem Abkömmling des zweiwertigen Bleis zu tun hat.

Die hier nur angedeuteten Eigenschaften einer zweiwertigem Blei verketteten organischen Verbindung, die übrigens an mehreren Homologen wiederkehren, sagen über die Wertigkeitsverhältnisse also das Gegenteil dessen aus, was man aus anorganischen Bleiverbindungen zu folgern gewohnt ist. Der Widerspruch löst sich jedoch sofort, wenn man bedenkt, daß im ersten Falle der Kohlenstoff, im zweiten die sehr andersartigen Nichtkohlenstoffelemente die Valenz des Bleis beanspruchen. Man erfährt aufs neue die Bestätigung der Erkenntnis, daß die Wertigkeit eines Elementes nicht eine diesem immanente Eigenschaft ist, die etwa aus der Anzahl der im äußersten Ring befindlichen Elektronen gedeutet werden könnte. Was wir ‚Wertigkeit' nennen ist die Resultante aus den Kraftfeldern aller dem jeweiligen Zentralelement verbundenen Atome. Wechsel der Wertigkeit ist also nichts Auffallendes, sondern notwendig. Der Umstand, daß neben den zwei- und den vierwertigen Zustand nun auch der vergleichsweise recht beständige dreiwertige Zustand des Bleis (IV. Gruppe des periodischen Systems!) tritt, beweist, daß die Vorstellung der Valenz als gerichteter Einzelkraft in höchstem Grade unzulänglich geworden ist. Auch der Versuch, ihr im Atommodell von Rutherford und Bohr eine feste Grundlage zu geben, ändert an dieser Sachlage nichts.

(Berichterstatter betont, daß die aus den Befunden Krauses gefolgerten Betrachtungen über Wertigkeit und Kraftfeldbelastung in allem seine persönliche Auffassung sind. In der Krauseschen Arbeit fehlen derartige Folgerungen gänzlich.) H. Heller.

Bücherbesprechungen.

Plate, S., Fauna et anatomia ceylanica. Zoologische Ergebnisse einer Ceylonreise, ausgeführt mit Unterstützung der Ritterstiftung 1913/14. Bd. I. 76 Abb. und 29 Tafeln. 8°. 364 S. Jena, G. Fischer.

Die in der Jenaischen Zeitschrift zur Veröffentlichung gelangenden Untersuchungen an den zoologischen Ceylonsammlungen Plates gelangen in dem Werk „Fauna et anatomia ceylanica" zusammengefaßt zur Herausgabe, welches somit ein Seitenstück zu Plates „Fauna chilensis" (in den Supplementbänden der Zoolog. Jahrbücher) darstellt. Namentlich wer sich mit der ceylonischen Tierwelt beschäftigt, wird es begrüßen, daß somit diese Arbeiten nicht verstreut werden, sondern die wichtige zoologische Ceylonliteratur um ein neuzeitliches Werk vermehrt wird. Der erste Band liegt soeben vor. Er enthält folgende Arbeiten: Zunächst drei von Plate, über welche schon während des Krieges an dieser Stelle berichtet wurde: „Über zwei ceylonische Temnocephaliden", „Übersicht über biologische Studien auf Ceylon" und „Die rudimentären Hinterflügel von Phyllium pulchrifolium Serv. ♀". Ferner zwei Molluskenarbeiten: Ch. Kretzschmar, „Das Nervensysten und osphradiumartige Sinnesorgan der Cyclophoriden" und E. Schneider, „Das Darmsystem von Cyclophorus ceylanicus". Ferner: F. Prinzhorn, „Die Haut und die Rückbildung der Haare beim Nackthunde". Diese Untersuchung beruht auf einem von Plate aus Ceylon lebend mitgebrachten Nackthund und seiner mit normalen Hunden zu Vererbungsstudien gezüchteten Nachkommenschaft; sie beschäftigt sich mit der Histologie des Haarrudiments und findet, daß die zur Anlage gelangenden Haarbälge sich regelmäßig mit einem Hornlamellenpfropf anfüllen, der die weitere Entwicklung des Haares hindert; Vergleiche zeigen, daß auch die als Anpassung eingetretene Haarrudimentation bei Zetazeen und Sirenen sowie an den Labia minora des Menschen oft auf einer solchen Einwucherung des Stratum corneum der Epidermis in primitiv gebliebene Haarbälge beruht. — R. Vogel bringt „Bemerkungen zur Topographie und Anatomie der Leuchtorgane von Luciola sinensis", endlich F. Preiß eine Arbeit „Über Sinnesorgane in der Haut einiger Agamiden". Die Befunde an diesen Eidechsen tragen den Untertitel: „Zugleich ein Beitrag zur Phylogenie der Säugetierhaare" und treten für die Maurersche Hypothese der Ableitung des Säugetierhaars von Hautsinnesorganen, wie sie bei Amphibienlarven vorhanden sind, ein, welche Hypothese ja nicht nur berühmt, sondern auch umstritten ist, aber dem Ref. stets ziemlich gut begründet erschien. Man darf sagen, sie wird durch die vorliegende Arbeit verbessert. Was Preiß hinzufügt, ist etwa folgendes: Auch die Reptilien haben, wie seit 1868 und späterhin genauer bekannt ist, Hautsinnesorgane vom ähnlichem Bau wie die Amphibienlarven und wasserlebigen Urodelen, insbesondere gleichfalls mit knospenförmig angeordneten, innervierten epidermalen Zellen, einem Kranz von Deckzellen und dem bekannten Kutiszapfen am Boden. Sie liegen in den Schuppen, oft deren freiem Rand

genähert, in Gruppen und durchbohren die dicke Hornschicht, freilich nicht ganz, sondern ein dünnes Häutchen verhornter Epidermiszellen zieht deckelartig über sie hinweg und trägt ein gleichfalls aus solchen Zellen bestehendes Tasthaar. Nun findet sich, daß das Säugerhaar mit dem Hautsinnesorgan der Reptilien mehr Ähnlichkeit hat als mit jenem der Lurche. (Und das ist gerade, was wir bei der heute wohl sichergestellten Reptilienherkunft der Säugetiere fordern müssen. Ref.) Da würde man zwar das eben erwähnte Tasthaar zu sehr betonen, wenn man es so verstände, als ob aus ihm, dem Besitz der heutigen Eidechsen, das Säugetierhaar entstanden wäre. Gewichtiger ist, daß jene Organe, wie gesagt, in Gruppen und meist dem Hinterrand der Schuppe genähert stehen: denn wo bei Säugern neben den Haaren Schuppen vorkommen, wie es bei Beuteltieren und niederen Plazentaliern am Schwanz sehr häufig der Fall ist, da stehen jene gleichfalls in Gruppen, nur hinter dem Rand der Schuppen, unter ihm hervorragend, selten eins auf der Schuppenspitze; das ist wohl mehr Ähnlichkeit als Unterschied, zumal bei der indisch-ceylonischen Baumagame Otocryptis ein starker Stachelkiel die Organe bedeckt und bereits scheinbar auf die Unterseite bringt. Nicht minder gewichtig ist der durchführbare Vergleich zwischen dem Haarwechsel und dem wiederholten Abwerfen und Erneuern der Reptilienorgane, bei der Häutung nämlich: Beim Beginn der Wachstumsperiode der Epidermis legt sich unter der alten Sinnesknospe eine neue an; das alte Organ bleibt mit dem jungen stets in Verbindung, die verbindenden Zellen zwischen beiden werden zum Sinneshaar des neuen Organs. Das histologische Bild ähnelt dem der in der Tiefe des Follikels erfolgenden Haarbildung namentlich durch eine schützend die junge Knospe überlagernde Schicht vom Stratum intermedium der Epidermis. — Somit sind die Hauptbedenken, die man gegen Maurer aussprach, behoben, und es bleibt, daß die Haare aus Hautsinnesorganen hervorgingen. Wahrscheinlich in dem Maße, wie sie durch ihre eigene Verlängerung und gleichzeitige Ausbildung zum Wärmeschutz die Schuppen verdeckten, ohne die Tastfunktion je zu verlieren, machten sie die Schuppen entbehrlich und führten somit deren Verdrängung herbei.

V. Franz, Jena.

Kretschmer, Ernst, Medizinische Psychologie. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 300 S. Leipzig 1922, Georg Thieme.

Der Verf. führt uns in die komplizierte Struktur der menschlichen Seele an der Hand ihrer Entwicklungsgeschichte ein und verwendet dazu am ausgiebigsten die Völkerpsychologie. Hiermit wird die Grundlage gegeben für das Erforschen der Seele durch naturwissenschaftliche Methoden. Wir werden dem Verf. von vorneherein zugeben müssen, daß er sich in den Kapiteln, die sich mit der fertigen Seele des Kulturmenschen befassen und die von den „seelischen Apparaten", von den Trieben und Temperamenten, von den Persönlichkeiten und Reaktionstypen handeln, von diesen Gesichtspunkten in erfreulicher Weise hat leiten lassen. Ob die Einteilung des Verf. die richtige ist, ob hier und da schärfere Definitionen am Platze wären, vermag der Ref. nicht zu entscheiden. Aber eins ist außer Zweifel: das Buch ist — alles in allem genommen — mit einer solchen Klarheit und mit einer so hervorragenden Sprachbeherrschung geschrieben, daß es ebenso mit Genuß wie mit Erfolg gelesen werden kann. Der Verf. fesselt, weil er nicht schematisiert. Er beherrscht aber den Gegenstand und die Darstellungsmittel so weit, daß die führenden Gedanken sich nie verlieren. — Niemand wird durch eine derartige Lektüre ein fertiger Psychologe werden können. Wer aber überhaupt für psychologische Probleme Interesse hat, wird Anregung und Belehrung finden. Nun ist aber das Buch im wesentlichen für Ärzte und Studierende der Medizin geschrieben. Das findet schon seinen Ausdruck darin, daß alle fließenden Übergänge vom normalen psychischen Geschehen zu den pathologischen Vorgängen in weitem Maße berücksichtigt sind, oft so, daß die Grenzgebiete ganz in den Vordergrund treten. Das wird den ernstlich mit psychischen Problemen beschäftigten Nichtmediziner nicht stören, werden uns doch manche Regungen des Seelenlebens erst bei ihrer Übertreibung ins Krankhafte ganz besonders gut verständlich. Rein für den Mediziner bestimmt sind aber die Schlußkapitel über Begutachtungen vom psychologischen Standpunkt aus und über die Psychotherapie. Hier lernen wir also die praktische Verwertung der Methoden der Seelenforschung kennen, desgleichen ihre Anwendung zur Behandlung „nervöser" Menschen. Diesen ungemein wichtigen Kapiteln wird nur ein verhältnismäßig kurzer Raum gewidmet, und das ist ein gewisser Mangel. Ich möchte empfehlen, in einer Neuauflage diese Kapitel etweder weiter auszuarbeiten und dadurch das Buch für Mediziner noch brauchbarer zu gestalten, oder ganz wegzulassen, dafür manches Vorhergehende noch breiter auszuführen und die Freudsche Psychoanalyse mit hineinzunehmen. Dadurch entstände dann eine für weitere Kreise rückhaltlos empfehlenswerte Seelenlehre. Der Verf. darf sich für eine solche Aufgabe für besonders legitimiert halten.

Huebschmann (Leipzig).

Weiser, Dr. Martin, Das Atom. Eine gemeinverständliche Darstellung. Dresden 1922, Emil Pahl.

Hier ist wirklich einmal die gemeinverständliche Darlegung eines dem Nichtfachmann sehr schwer zugänglichen Gebietes gelungen! Von vornherein wendet sich der Verf. verständigerweise nicht an Laien, sondern an Leute, denen

wenigstens die Grundvorstellungen der Chemie keine begrifflichen Schwierigkeiten mehr machen. Im übrigen geht es sofort in medias res, in geradezu militärisch frischer Weise werden die Ergebnisse der neueren Strahlenforschung erläutert, ihre Auswertung für die Atomstruktur in bündiger Weise gezeigt, und den Beschluß bildet eine knappe Erklärung des Phänomens der Stickstoffspaltung. So gut wie nichts Überflüssiges findet sich in dem 64 Seiten starken Heftchen! Gewiß eine Leistung angesichts der Überfülle der hier in Betracht kommenden Arbeiten, angesichts auch des Wortschwalls, dessen sich die leider zahlreichen „populären" Darsteller dieses Gebietes zu bedienen pflegen. Der Name Einstein wird in dem Zusammenhange genannt, der ihm seinen guten Klang verschafft hat; von dem, was heute unter „Relativitätstheorie" mißverstanden wird, ist also nicht die Rede. Logisch im Aufbau, äußerst klar in der Darstellung, mit meist durchaus verständlichen Abbildungen (Ausnahme: S. 36) versehen stellt das Büchlein eine höchst erfrischende Gabe dar, deren Studium angelegentlich empfohlen werden kann allen denen, die sich mit Ergebnissen vertraut machen wollen, deren experimentelle Grundlegung restlos zu verfolgen ihnen aus bekannten Gründen versagt blieb.

Als gelinden Schönheitsfehler merkt der Berichterstatter die etwas zu ausführliche Darstellung des Kapitels Röntgenröhren an. Auch eine Reihe Druckfehler müssen getilgt werden, so S. 57 letzte Zeile, S. 20 (Geschwindigkeit der Kanalstrahlen); S. 14 ist versehentlich von einer „Abscheidung von Jonen" an den Elektroden die Rede.

H. H.

Dahl, Fr., Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. 113 Seiten. 8°. 11 Textabbildungen, 2 Karten. Jena 1921, G. Fischer. Preis geh. 22 M., geb. 28 M.

Der Verf. behandelt die Tiergeographie unter starker Betonung der Notwendigkeit, zur Erklärung der feststellbaren Erscheinungen in jedem Falle auch die ökologischen Verhältnisse viel mehr als bisher in Betracht zu ziehen. Fehlt irgendwo eine Tierart, so muß man wissen, ob sie dort geeignete Lebensbedingungen — „Biotope", wie Verf. sagt, und wir haben ein Fremdwort mehr! — fände. Aranea (Epeira) silvicultrix findet sich nur im Norden Europas, z. B. Finnland, und in Nordbayern — weil sie flechtenbewachsene Krüppelkiefern auf feuchtem, aber nicht moorigem Boden verlangt. „Eine gründliche ökologische Untersuchung wird vielleicht noch manches andere sog. „Eiszeitrelikt" der Ebene als Truggebilde entlarven." Folgt man den Ausführungen des Verf. weiter, so findet man ungemein viel Anregendes. Von Einzelheiten sei aus der Fülle des Stoffes nur noch eins hervorgehoben: Madagaskar ist bekanntlich für jeden Tiergeographen ein hochinteressantes Problem, und man neigt heute für die Besiedelung dieser Insel mit Säugetieren zur Annahme einer ehemaligen Landverbindung, vor allem mit dem nahen Afrika (da die Lemuria-Hypothese sich wohl erledigt hat). Dahl bekämpft jene Annahme zwar nicht — aber er braucht sie selber gar nicht, sondern betont, daß Hippopotamus (fossil) und Potamochoerus von vornherein in näherer Beziehung zum Wasser stehen und Centetidae, Lemuridae und Viverridae Tiere sind, die entweder klein oder Klettertiere sind, also verhältnismäßig leicht eine kleine Wanderung auf natürlichen Flößen machen konnten. Wir wollen nicht sagen, daß damit das letzte Wort über die Herkunft der madagassischen Säuger gesprochen wäre, doch verdient die Betrachtung Aufmerksamkeit. — Die versprengte Verbreitung von Papio wird damit erklärt, daß sich vielleicht die Gattung Mandrill sich aus jener heraus entwickelt und sie aus den von ihr selbst beanspruchten Urwaldgebieten verdrängt habe.

Das ganze Buch Dahls ist mehr eine Programmschrift, reich an methodologischen und allgemeinen Erörterungen und ungleich in der Berücksichtigung der einzelnen Tiergruppen (Spinnen, Isopoden und Säugetiere bevorzugt), als geradezu eine Tiergeographie. Eine solche wird gleichwohl in den Schlußkapiteln im Überblick geboten. Nur wer einigermaßen in die schwebenden Probleme eingearbeitet ist, wird das Buch mit größerem Gewinn lesen. Das heißt aber zugleich, daß der Forscher an ihm kaum vorbeigehen kann. Betonen möchte ich noch, daß nicht alles mit der ökologischen Betrachtung erklärt werden kann und soll. Sondern sie muß mit der geschichtlichen — die Verf. nicht außer acht läßt, aber weniger betont — Hand in Hand gehen. Diesem Ziele näher zu kommen, möge das Dahlsche Buch helfen.

V. Franz.

Stern, E., Die krankhaften Erscheinungen des Seelenlebens. Allgemeine Psychopathologie. 764. Band der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt". Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner.

Es ist fraglos ein Zeichen der Zeit, daß die Literatur über psychologische Fragen einen großen Aufschwung genommen hat. Das große Publikum verlangt nach derartigen Büchern. Ich habe schon an anderen Stellen die Frage aufgeworfen, ob das nur mit dem Wissensdurst, mit dem Streben nach Verinnerlichung zusammenhängt. Hier muß man wohl sehr skeptisch sein. Denn ein großer Teil dieses Strebens nach Erkenntnis der seelischen Vorgänge kommt sicher erst auf einem Umwege zustande, nämlich über den Hang nach dem Mystischen. — Nun ist es aber keine Frage, daß, da jene Bestrebungen nun einmal bestehen, es am besten ist, ihnen in der richtigen Weise entgegenzukommen, nützend und richtig belehrend. Von diesem Gesichtspunkt aus kann man allen den Autoren, die in gemeinverständlicher Weise

über psychologische Dinge schreiben, nur dankbar sein, sofern sie die Sache vom streng wissenschaftlichen Standpunkt aus anfassen. Zu diesen gehört auch der Verf. des vorliegenden Buches, das sich mit den krankhaften Erscheinungen des Seelenlebens beschäftigt. Dies ist ein besonders heikles Gebiet. Bei Besprechung des Buches von Ilberg über Geisteskrankheiten (Nr. 6, 1920) wurde schon auf die Gefahren hingewiesen, die dem empfindlichen Laien drohen, wenn er selbst bei sich allerhand Symptome wiederfinden wird, die in psychiatrischen Werken als Zeichen der geistigen Erkrankungen genannt werden. Solche Gefahren drohen natürlich auch in diesem Büchlein. Aber wir müssen uns auch damit abgeben und müssen uns fragen, ob es trotzdem empfehlenswert ist. Diese Frage kann anstandslos bejaht werden. Der Leser darf aber nicht eine unterhaltende, spannende Lektüre erwarten. Wir haben hier ein kleines Lehrbuch vor uns, das studiert sein will. Der Verf. führt uns über die Methoden der Psychopathologie und die normalpsychologischen Grundbegriffe ganz allmählich in die krankhaften Störungen des Seelenlebens ein und behandelt diese dann durchaus lehrbuchmäßig, objektiv und ich glaube auch in so verständlicher Weise, daß gebildete Laien werden folgen können.

Huebschmann (Leipzig).

Brehm, Alfred, Kleine Schriften. 319 S. 8°. Mit einem Bildnis des Verfassers und 26 Abb. auf 8 Tafeln. (Sammlung „Kultur und Welt".) Leipzig 1921, Bibliographisches Institut. Gebunden 37 M. (zuschlagfrei).

Jeder, der „Brehms Tierleben" auch nur von ferne kennt, kann sich sagen, daß die uns hier gebotene Sammlung etwas Gutes ist. Da handelt sichs nicht um die Frage, inwieweit „Brehm" wissenschaftlich sei oder inwieweit bloß populär oder an Kritik nicht auf der Höhe der Jetztzeit stehend, sondern einzig und allein um die ungesuchte Größe der Naturschilderung des Mannes, bei dem auch der Gelehrteste zuweilen gern in die Lehre geht. Es werden hier vierundzwanzig Bilder aus dem Tierleben geboten, meist aus alten Jahrgängen 1859 bis 1871 der „Gartenlaube" sowie aus einigen anderen Quellen seit 1855, ferner zwölf afrikanische, nordeuropäische und morgenländische „Reiseskizzen eines Naturforschers" aus verschiedenen Quellen gleichen Alters. Besonders ergreifend ist das letzte Stück, „Zwei Weihnachtsabende". Eine wissenschaftliche Neuredigierung, wie sie das jetzt dreizehnbändige „Tierleben" unter zur Straßens Leitung bekanntlich zu einem uns Heutigen wertvollen Nachschlagewerk gemacht hat, ist hier unterblieben, sicher mit Recht. In der Ausstattung des Buches mit Bildern aus jenem Werk hat eine sehr glückliche Hand gewaltet, denn da begegnen wir wieder so manchem vortrefflichen Bild aus den älteren „Tierleben"-Auflagen, das in der neuesten durch ein Farbenbild oder — eine Forderung der Zeit — ein Lichtbild ersetzt wurde. Auch muß man dankbar sein, daß als Titelbild Brehms Bildnis aus dem Jahre 1869 wiedererscheint, das in der Neuauflage des „Tierlebens" aus nicht zu durchschauenden Gründen zwei weniger eindrucksvollen hat weichen müssen. Somit ist der Buchschmuck auch von dem nicht zu gering zu veranschlagenden Wert, den Einheitlichkeit verleiht, da alle Bilder Holzschnitte und fast alle aus der Zeit sind, wo die heute aussterbende Zunft der Holzschneider noch etwas konnte. Da man ästhetische Gesichtspunkte bei der Betrachtung dieses Buches nicht zurückdrängen kann noch soll, darf gesagt werden, daß die Bilder, mindestens die nicht ganzseitigen, wohl noch besser im Text zu bringen wären, da auch der alte „Brehm" zerlegte Tafeln nicht kennt. Oder verlangt das Publikum durchaus so und so viele „Tafeln"? Papier und Leineneinband sind von der vor dem Kriege gewohnten Güte.

Nicht zum wenigsten empfiehlt sich das Buch als Geschenkwerk für tierliebende Jugend. Aber auch für Erwachsene kann es nicht veralten.

V. Franz, Jena.

Kaufmann, H. P., Lehrbuch der Chemie für Mediziner und Biologen. I. Anorganischer Teil. 156 u. 41 S.

An diesem „Lehrbuch" wäre manches auszusetzen, wenn man eben den gebräuchlichen Maßstab dessen anlegt, was man gewöhnlich ein Lehrbuch nennt. Das Buch ist kein Lehrbuch in diesem Sinne. Der Verf. bringt keine theoretische Einleitung über die der Chemie eigenen Begriffe, sondern tritt von vornherein in die Besprechung der einzelnen chemischen Stoffe und ihrer Eigenschaften ein, bei deren Auswahl den Interessen der Mediziner und Biologen überhaupt in weitem Maße Rechnung getragen wird. Die wichtigsten theoretischen Begriffe werden jeweils, wenn sie zum Verständnis nicht mehr zu entbehren sind, an passender Stelle besprochen. Der Verf. ist sich selbst bewußt, daß bei dieser Methode dem Lernenden anfänglich manches unklar bleiben wird. Er glaubt aber, daß nach der Durcharbeitung des ganzen Buches die Ordnung und Gesetzmäßigkeit der regellos anmutenden Vorgänge ersichtlich werden muß, und empfiehlt deswegen nach der ersten Durcharbeitung sein Buch noch einmal durchzulesen. Ich kann dem beipflichten und bin der Meinung, daß die Methode des Verf. sich bewähren muß. Das Buch ist nicht geeignet zum Einpauken für ein Examen, wohl aber als Wegweiser für den Studierenden, der außerdem Kolleg und Praktikum nicht versäumt. Dadurch, daß zum Schluß noch eine sehr klare Anleitung zur Ausführung einfacher Versuche gegeben ist, wird die Brauchbarkeit des Buches noch erhöht. Hoffentlich folgt bald der zweite Teil,

der die organische Chemie enthalten soll. Wird er so gut wie der erste, so wird man ein Werk vor sich haben, das den Bedürfnissen der Medizin oder andere biologische Fächer Studierenden voll gerecht sein wird.

Huebschmann (Leipzig).

Mannheim, Prof. Dr. E., Pharmazeutische Chemie. IV. Übungspräparate. 2. Auflage. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 9 M.

Da erfahrungsgemäß der praktische Apotheker so gut wie alle pharmazeutischen Präparate von der Industrie bezieht, die sie in der Regel billiger und besser herstellt als es im Kleinbetrieb möglich ist, so ist eine Ausbildung im Präparieren gerade solcher Stoffe nicht mehr zeitgemäß. Die Mannigfaltigkeit an Wissenschaft, die vom Pharmazeuten in seinen akademischen Prüfungen gefordert wird, schließt es ebenfalls aus, daß er sich die feinen Sonderkenntnisse selbst im Chemischen aneignet, die doch nun einmal nötig sind, um in jeder Richtung befriedigendes Präparieren zu gewährleisten! Versagt doch die Mehrzahl der Pharmazeuten selbst in der Analyse, wie Berichterstatter immer wieder feststellen mußte. Ein Buch wie das vorliegende erscheint ihm darum grundsätzlich entbehrlich, in Anbetracht der bereits vorhandenen reichen pharmazeutischen Literatur.

Von diesen Erwägungen abgesehen, kann dem Bändchen, das in der bekannten Ausstattung der Sammlung Göschen erschien, das Zeugnis großer Gewissenhaftigkeit in allen Angaben ausgestellt werden. Die zu verarbeitenden Stoffmengen erfordern allerdings den Geldbeutel eines — Apothekenbesitzers.

H. Heller.

Register zum Zoologischen Anzeiger Band 36 bis 40 und Bibliographia zoologica vol. 18 bis 22. V und 695 Seiten. 8°. Leipzig 1922, W. Engelmann. Preis 280 M.

Es handelt sich nicht, wie man nach dem Titel annehmen könnte, um ein Register zu den genannten Bänden (1910 [Juli] bis 1912) des Zoologischen Anzeigers, sondern um eins zu den diesen angehängten Bänden der Bibliographia zoologica, welche bekanntlich, solange sie erschien, d. i. bis 1916, die gesamte zoologische Literatur registrierte. Da letzteres selbstverständlich nicht anders als hinterherfolgend geschehen kann und der zeitliche Abstand zwischen dem Erscheinen einer Arbeit und ihrer Registrierung in der Bibliographie ein sehr verschiedener, noch nicht einjähriger bis etwa zehnjähriger war, so darf man nicht erwarten, daß das vorliegende Register einen bestimmten Zeitraum vollständig umfaßte. Zu etwas Vollständigem wird es vielmehr erst zusammen mit den gleichartigen früheren und den wohl zu erwartenden späteren Registern und mit der Taschenbergschen Bibliotheca zoologica des gleichen Verlags, welche die ältere Literatur, aus den Jahren 1846 bis 1880, registriert und durch die Bibliographia zoologica und deren Registerbände fortgesetzt wird. — In der Nomenklatur wird möglichst der Leunis-Ludwigschen „Synopsis der Tierkunde" gefolgt. Das Register enthält: 1. alle Autoren nebst den von ihnen verfaßten Artikeln in Schlagwörtern, 2. alle systematischen Namen, soweit sie aus den Titeln der Aufsätze oder den in der Bibliographie beigegebenen Notizen zu entnehmen waren, insbesondere alle aufgeführten neuen Gattungsnamen; bei diesen und Speziesnamen wurde auch das Wohngebiet angegeben.

Durch diese Art der Anlage wurde das Register so wenig umfangreich wie möglich gestaltet.

V. Franz, Jena.

Schilder, Paul, Über das Wesen der Hypnose. 32 S. Berlin 1922, Julius Springer.

Der gebildete Laie habe Anspruch darauf, „auch außerhalb der Varietés etwas über Dinge zu erfahren, die, ihrer Natur nach an die großen Probleme der Menschheit streifend, das Interesse der Allgemeinheit erwecken müssen". — So der Verf. in seinem Vorwort. Er bringt dann eine sehr interessante Studie, die in dem Satze gipfelt, „daß der psychologische Zustand der Hypnose ein Zustand der Wiederkehr des Undifferenzierten ist", „eine Rückkehr zu einer früheren Stufe der Entwicklung, psychoanalytisch gesprochen eine Regression". — Die Ausführungen des Verf. sind, wie gesagt, sehr interessant, aber ein wirklicher Laie in psychologischen Dingen wird ihnen doch nicht zu folgen vermögen.

Huebschmann (Leipzig).

Inhalt: O. Kende, Der österreichische Anteil am Böhmischen Massiv. S. 353. — **Einzelberichte:** E. Winterstein und D. Jatrides, Taxin, ein Alkaloid der Eibe. S. 359. K. H. Meyer und H. Hopff, Zur Theorie der Substitutionsvorgänge. S. 360. Lüppo-Cramer, Die Desensibilisierung des Bromsilbers. S. 361. Sitowski, Der Kiefernspanner und seine Schmarotzer. S. 362. G. Lindau, Pflanzenreste aus Pfahlbauten. S. 363. E. Krause, Di- und Triphenylblei. S. 363. — **Bücherbesprechungen:** S. Plate, Fauna et anatomia ceylanica. S. 364. E. Kretschmer, Medizinische Psychologie. S. 365. M. Weiser, Das Atom. S. 365. Fr. Dahl, Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. S. 366. E. Stern, Die krankhaften Erscheinungen des Seelenlebens. S. 366. A. Brehm, Kleine Schriften. S. 367. H. P. Kaufmann, Lehrbuch der Chemie für Mediziner und Biologen. S. 367. E. Mannheim, Pharmazeutische Chemie. S. 368. Register zum Zoologischen Anzeiger. S. 368. P. Schilder, Über das Wesen der Hypnose. S. 368.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 2. Juli 1922. | Nummer 27.

Die Eiszeit in Deutschland und der vorgeschichtliche Mensch.

Von Dr. **K. Olbricht**-Breslau.

[Nachdruck verboten.]

Mit 3 Abbildungen.

Vor eineinhalb Jahren berichtete ich in dieser Zeitschrift kurz über „den Verlauf des Eiszeitalters in Nordeuropa“ (35. Band, S. 311 bis 316) und ergänzte diesen Aufsatz durch eine Berechnung über „die Dauer der Eiszeit“ (36. Band, S. 229).

Im Anschluß an eigene zum Teil schon im Druck befindliche Forschungen und in Anlehnung an wichtige Neuerscheinungen berichte ich in folgenden Zeilen über den Verlauf der Eiszeit in Deutschland und die Bedeutung derselben für die Landschaftsformen unseres Vaterlandes. Da es sich immer deutlicher herausstellt, daß die eiszeitlichen Klimaschwankungen über die ganze Erde hin gleichzeitig erfolgten, schneide ich auch hin und wieder die Frage nach der Parallelisierung der Ablagerungen verschiedener Vereisungsgebiete an. Ist diese doch auch von allergrößter Bedeutung für die Chronologie der eiszeitlichen menschlichen Kulturen!

Dementsprechend gliedere ich die folgenden Betrachtungen in drei Hauptteile.

I. Der Verlauf der Eiszeit in Norddeutschland.

II. Die Dauer der Eiszeit.

III. Eiszeit und Mensch im deutschen Vereisungsgebiet und die Entwicklung der Besiedlung Deutschlands nach der Eiszeit.

I. Von der ältesten Vereisung, die in den Alpen durch die älteren Deckenschotter vertreten wird und deren Ablagerungen in Nordamerika als „oldest drift“ (Jerseyau) bekannt sind, besitzen wir im nordeuropäischen Vereisungsgebiet keinerlei Ablagerungen.

Wir dürfen daraus nicht den Fehlschluß ziehen, daß sie überhaupt nicht vorhanden gewesen sind, sondern wir müssen eher annehmen, daß sie später wieder zerstört, beziehungsweise bis zur Unkenntlichkeit umgelagert wurden. Die Ablagerungen dieser ältesten Vereisung (Günzeiszeit) erreichten — wie aus Analogien mit den Alpen gefolgert werden muß — wahrscheinlich nur die südlichen Randgebiete der Ostsee, kamen später, einschließlich des nur wenig entwickelten Lößgürtels, in die Abtragungszone der Hauptvereisung und wurden so ganz zerstört oder umgelagert.

Ein wichtiger Punkt für diese Fragestellungen ist die englische Ostküste bei Cromer, deren Forest beds (F der Karte) unter Moränen der Hauptvereisung liegen und Bildungen der ältesten sonst im nordeuropäischen Vereisungsgebiet nirgends bekannten Zwischeneiszeit sind. Unter diesen Forest beds mit ihrer warmen und tertiäre Anklänge zeigenden Fauna (Elephas meridionalis, El. antiquus, Rhinoceros merckii) lagern die Chillesfords beds mit deutlich nordischem Einschlag und vor allem 22 % arktischen und 50 % nordischen Mollusken. In ihnen kann man nur die letzte Fernwirkung eines ältesten Inlandeises sehen.

Bei der geringen Ausdehnung und kurzen Dauer dieser ältesten Vereisung (bedingt vielleicht durch das damals noch wenig aufgewölbte Skandinavien mit seinen ausgedehnten jungtertiären Einebnungsflächen) erklärt es sich, daß die warme pliozäne Tierwelt nur wenig verdrängt wurde und in der ältesten Zwischeneiszeit wieder nach dem mittleren Europa zurückwanderte.

Da die Mosbacher Sande und die Ablagerungen von Mauer faunistisch enge Beziehungen zu den Forest beds aufweisen, möchte ich auch diese beiden Ablagerungen in das älteste Interglazial stellen. Wir erhalten hierdurch für den Homo heidelbergensis ein außerordentlich hohes Alter, auf das aber auch andere Erscheinungen hinweisen. In Nordamerika stammen aus dieser Zwischeneiszeit die im Staate Iowa erschlossenen Aftonian Beds mit einer starke tertiäre Anklänge zeigenden Fauna. Da findet sich nicht nur das später ausgestorbene Pferd und der Kolumbuselefant vereint mit dem aus kühleren Abschnitten dieser Zeit hier zum erstenmal auftretenden Mammut (Elephas primigenius), sondern auch das aus Südamerika eingewanderte Mylodon als Vertreter der Riesenfaultiere.

Nunmehr folgt die zweite oder Hauptvereisung, deren freien Eisrand wir nur im russischen Flachland finden, während sich in Mitteleuropa das Eis an den Gebirgen staute und nicht zur vollen Entfaltung kam und im niederrheinischen Tiefland endlich infolge späterer jüngerer Senkungsvorgänge von den Schottern des Rheins, der Maas und den Ablagerungen flacher sandiger Meere überschüttet wurde. Das nordische Inlandeis ergoß sich auch über den Ostsporn Südenglands (Karte, wo M den Rand der Haupt- oder Mindelvereisung bedeutet). In Schlesien überschritt das Eis auch die Wasserscheide zwischen Oder und March und schüttete in das Beczwatal einen großen Sandrkegel, in den sich in der folgenden Zwischeneiszeit der Fluß ein über 60 m tiefes Tal eingrub.

Der periglaziale zur Hauptvereisung gehörige

Durch das Zeichen von Grasland ist das unvereiste Gebiet zwischen den Alpengletschern und dem skandinavischen Inlandeis wiedergegeben. Die Lösse sind punktiert. Die wagerechte Strichelung bezeichnet Flüsse mit Schotterterrassen. Der äußerste Rand des nordischen Inlandeises ist durch eine dick gestrichelte Linie (M) gekennzeichnet, wobei die Gebirge, an denen das Eis sich stauen mußte, senkrecht gestrichelt wurden. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der den Löß aufwehenden Eisfohne, die gekreuzelte Linie die Begrenzung der diluvialen Depression, die, wie ein Vergleich mit dem schematischen Profil lehrt, wahrscheinlich das Zungenbecken des Inlandeises der Hauptvereisung ist. Die von Ostseebuchten erfüllten Teilzungenbecken der Ostsee, die aus der Würmeiszeit stammen, sind wagerecht gestrichelt. Die den Ancylussee entwässernden Flußrinnen, die durch die Litorinasenkung von der Ostsee überflutet wurden, sind ebenfalls zwischen den dänischen Inseln eingezeichnet. Das Altmoränengebiet mit seiner eisenschüssigen Verwitterung ist schräg schraffiert, die Fundorte diluvialer Kulturen sind durch liegende Kreuze bezeichnet. Alle übrigen Bezeichnungen sind im Text erklärt.

älteste Löß (Mindellöß) ist in der folgenden Zwischeneiszeit zumeist wieder abgetragen worden und findet sich in großer Erstreckung unter den jüngeren Lößen nur in den russischen Steppen (Steilküste bei Odessa) und in Ungarn, wo er in großer Ausdehnung am Steilufer der Donau von Budapest bis Belgrad aufgeschlossen ist. In Deutschland sind nur wenige nicht ganz sichere Reste bekannt, so vor allem bei Achenheim (bei Straßburg). Auch in der eigenartigen 2,25 m mächtigen Lettenbank, welche die Maurer Sande über der Fundschicht des Homo heidelbergensis durchzieht, möchte ich einen fluviatil umgelagerten ältesten Löß sehen, wofür auch andere Erscheinungen sprechen.

Auf die Hauptvereisung folgt eine lange warme Zwischeneiszeit mit Andeutungen heißen mediterranen Klimas und ausgedehnten Abtragungsvorgängen, das ist die „große Interglazialzeit" der Schweizer Geologen.

In ihr wanderte die an warmes Klima angepaßte Tier- und Pflanzenwelt teilweise zurück, wie vor allem die Funde der Tegelenstufe am Niederrhein zeigen, die sogar Magnolien enthalten. Der Altelefant (Elephas antiquus) und das Merckiische Nashorn (Rhinoceros merckii) sind weit verbreitet, die heute nur in Nordafrika und Vorder- und Südasien lebende Corbicula fluminalis wandert bis nach Dänemark. Häufig ist die Paludina diluviana und ein breiter Meeresarm mit warmer lusitanischer Molluskenfauna flutet über tiefe offenbar als Zungenbecken dieser Hauptvereisung (2. T. Linstows „diluviale Depression") entstandene eine vergrößerte Ostsee darstellende Senken weit nach West- und Ostpreußen. Die Alpen erstickten in dieser Zwischeneiszeit wahrscheinlich in ihrem eigenen Schutt, der sie bis über 2000 m verhüllte und von einer warmen Pflanzenwelt bewachsen war (Funde der pontischen Alpenrose in der Höttinger Breecie). Das weist auf ein trockenes Steppenklima hin, welches möglicherweise zum Teil dadurch bedingt war, daß der Westeuropa in großer Breite umgebende Flachseegürtel verlandet war und die regenspendende See viel weiter westlich lag.

Wichtiger aber sind die auf warmes heißes Klima hinweisenden Verwitterungserscheinungen, die vor allem die Deckenschotter der Südalpen zu dem leuchtend roten lateritartigen Feretto umwandelten. In abgeschwächtem Umfange konnte ich ähnliche Erscheinungen an zahlreichen Stellen Süd-Hannovers und Schlesiens

im Liegenden der dortigen Rißmoränen beobachten. Vielfach sind die älteren Ablagerungen der Hauptvereisung stark verkittet. Die Feuersteine sind, wie die gleichaltrigen Fäustel der Chelélen und Altacheuléen in Frankreich, mit leder- bis blutroter Patina überzogen und manche der völlig vermorschten Geschiebe zeigen schalenartige Absonderung, gewaltige Manganrindenbildung und wüstenlackähnliche Politur. Derartig dunkelrote Verwitterungsdecken (Laimenrinden) überziehen auch den ältesten Löß. Daß auch die unteren Abteilungen des chinesischen Lößes rotbraun verfärbt sind, ebenso die älteren Teile der Pampaslehme Südamerikas, ist ein weiterer wichtiger Hinweis auf die Universalität dieser Erscheinungen, auf die auch jeder Erklärungsversuch der Eiszeit sich einstellen muß.

Auf die Länge dieser Zwischeneiszeit weisen nicht nur mächtige tiefgehende Zersetzungserscheinungen — vor allem in den alpinen Schottern — hin, sondern auch die Tatsache der weitgehenden Abtragung des ältesten Löß und der zugehörigen Glazialbildungen, wie endlich auch die starke Hebung der Alpen, die erheblich größer war, als in den folgenden jüngeren Abschnitten des Diluviums.

Da in der Hauptvereisung das Renntier bis Nordspanien wanderte, und umgekehrt in der großen Zwischeneiszeit wärmeliebende südliche Mollusken sich bis zum mittleren Europa verbreiteten, kann man aus diesen Verbreitungserscheinungen, erweitert durch die klimatischen Faktoren — Ausbreitung der Eisdecken einerseits, der Roterden andererseits — den Schluß ziehen, daß die Hauptvereisung etwa ein Verschieben der Klimaverhältnisse Europas um 18 Breitenkreise nach Süden, die große Zwischeneiszeit eine solche von etwa 10 Breitenkreisen nach Norden bedeutet. Das sind rohe Annäherungswerte für die relative Länge beider Zeiten — vorausgesetzt daß die eiszeitlichen Klimawellen wie alle Wellenerscheinungen eine gewisse Regelmäßigkeit zeigen —, deren Bedeutung wir noch kennen lernen werden.

Es folgt die vorletzte oder Rißvereisung (R_1 der Karte). Sie erreichte in den Alpen, die in der vorhergehenden Interglazialzeit um mehr als 200 m gehoben wurden, die größte Ausdehnung. Im nordeuropäischen Vereisungsgebiet bleiben ihre Moränenwälle jedoch hinter dem Verbreitungsgebiet der Hauptvereisung zurück und auch in Nordamerika erreicht diese als Illinoiandrift bezeichnete Vereisung nicht die Ausdehnung der älteren Kansasvereisung.

Im schlesisch-polnischen Grenzgebiet hat das Inlandeis den Karpathenrand nicht mehr erreicht, so daß die aufgestaute obere Oder eine 50 m über dem Fluß gelegene Hochterrasse bildete. Im Saalegebiet drang das Eis bis in die Gegend von Jena, im Leinetal bis Alfeld und vermengte seine Sandr bei Hameln bis an die Weser vorstoßend mit der durch Aufstau dieses Flusses entstandenen mittleren Weserterrasse.[1]) Am Niederrhein endlich wurden die von Krefeld und Kleve bis an die Zuidersee sich hinziehenden Moränenwälle aufgepreßt, wobei durch Stauwirkung die mächtige breite Hauptterrasse entstand, unter welcher das warme Tegeleninterglazial erbohrt wurde.

Nicht erweisbar ist es, ob das Eis noch Südostengland erreichte. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Moränenwälle bei bei Norwich (R? auf der Karte) den äußersten Rand der Rißvereisung bezeichnen, zumal das über den Forestbeds lagernde Glazialdiluvium eine Zweiteilung anzudeuten scheint und deutliche Endmoränenwälle aus der Mindeleiszeit sonst nirgends erhalten sind. Nur eine Untersuchung an Ort und Stelle mit den im alpinen und norddeutschen Gebiet ausgebauten Methoden könnte diese Frage einwandfrei entscheiden, da die vorhandenen Beschreibungen der Aufschlüsse dazu nicht ausreichen.

Eine wichtige Phase bei dem Abschmelzen des Rißeises bezeichnen die Moränenwälle an der Ems und Glatzer Neiße (R_2 der Karte), die in annähernd gleicher Entfernung vom Rande des letzten Würmeises liegen. Eine noch jüngere Staffel wird in Schlesien durch mit Zungenbecken verknüpfte Moränenwälle angezeigt, die von Görlitz über die Liegnitzer Gegend (nördlich von Lüben) bis zu den Wartenberger Höhen zu streichen scheinen. Vielfach weisen langgestreckte Hügelzüge, die verebneten Drumlins nicht unähnlich sind, auf die Eisbewegung hin. In großartigem Umfange finden wir solche Formen zwischen Breslau und dem Zobten, sowie südöstlich von Liegnitz. Wir müssen aus ihrer Anordnung schließen, daß das Eis in südöstlicher Richtung floß.

Die randlichen Löße der Rißvereisung erreichen ihre größte flächenhafte Ausbildung in Osteuropa und Ungarn, wo sie bis Odessa und Belgrad verfolgt werden können. Auch in Südbelgien und Nordfrankreich sind sie weit verbreitet und überlagern die Terrassen des Somme- und Seinetales, die also älter sein müssen und zumeist in der großen Interglazialzeit aufgeschüttet wurden, wie ihre warme Fauna mit großen Dickhäutern zeigt.

Inzwischen hat sich das Mammut weiter entwickelt und seine Reste finden wir vielfach in Moränen und Lößen der Rißvereisung vereint mit polaren Säugern wie Wollnashorn, Renntier, Elch und Moschusochse.

Die Löße der Rißeiszeit sind auch in der Oberrheinischen Tiefebene weit verbreitet, sowie im Wesergebiet südlich von Hameln und in Thüringen vor allem in der Gegend südlich von Erfurt. Auch die unteren Teile der Löße des Donautales in der Wachau stammen aus dieser Zeit.

Die Ablagerungen der Rißvereisung wurden

[1]) Die ältere Weserterrasse entstand durch Aufstau des Flusses am Rande der Hauptvereisung und ihre stark verwachsenen Formen sind ein weiterer Beweis für die Länge der großen Interglazialzeit.

in der folgenden Rißwürminterglazialzeit (der letzten Interglazialzeit der norddeutschen Geologen) zu ausgeglichenen Altmoränen verebnet, denen vor allem Seen und frischere Endmoränenwälle fehlen. Das Klima war wärmer, wie das der Jetztzeit, so daß die Altmoränen stark eisenschüssig und die Löße zu braunroten Laimenrinden verwitterten, oder stark verlehmten, wie die Göttweiger Zone. Auch entstanden in trockenen Zeiten „vergrabene" Schwarzerden, wie sie vor allem aus Rheinhessen bekannt wurden. Doch sind die eisenschüssigen Verwitterungsrinden weniger stark ausgeprägt, wie in der vorhergehenden Zwischeneiszeit. Vor allem fehlen die intensiv vermorschten Geschiebe und die Manganrinden und lederbraunen Patinierungen. Ablagerungen dieser Interglazialzeit sind recht häufig. Das sind vor allem die Kieselgur- und Süßwasserkalklager der Lüneburger Heide mit ihrer der heutigen durchaus gleichenden Lebewelt. Mit stellenweise mehr als 20 m Mächtigkeit weisen sie auf eine nicht unbeträchtliche Länge dieser Zwischeneiszeit hin. Ebenso finden wir in der Lüneburger Heide mehr als 20 m mächtige Verwitterungsrinden. Auf die Wichtigkeit des Interglazials von Hernösand (250 km nördlich von Stockholm) mit seiner gemäßigten Flora wies ich schon früher hin.

In Mitteldeutschland gehört in diese Zwischeneiszeit der berühmte Kalktuff von Weimar-Taubach-Ehringsdorf, der 19 m mächtig ist und in seinen mittleren Schichten das Merckiische Nashorn und den Altelefanten mit anderen warm gemäßigten Säugern enthält.

Daß auch in Nordamerika in dieser Zeit wärmere Klimaverhältnisse vorlagen als heute, zeigen die interglazialen Ablagerungen von Toronto und die Sangamonbeds in Illinois. Zahlreiche Andeutungen von Krustenbewegungen liegen aus dieser Zeit für Norddeutschland vor. Nur durch solche konnten die Kreidehorste von Möen und Rügen emporgehoben werden, die von dem letzten Inlandeis stellenweise als wurzellose Schollen verschleppt wurden. Auch die Trebnitzer Hügel mit ihrem mehrere Kilometer langem ganz geradlinig verlaufenden Südabbruch kann man wohl nur tektonisch erklären und in diese Zwischeneiszeit setzen, da sie aus Rißdiluvium bestehen und der Würmlöß schon in den in sie eingetieften Tälern lagert. Auch andere Höhenrücken wie die Dalkauer Berge bei Glogau halte ich für verwaschene Horste (T auf der Karte bedeutet tektonische Linien).

Die Grenzen der letzten Vereisung (Würmeiszeit, in Amerika Wisconsin) sind schon verhältnismäßig gut festgelegt.

Ihre Moränenwälle werden wegen der frischeren Formen als Jungendmoränen bezeichnet. Die äußersten Jungendmoränenwälle streichen von Plozk an der Weichsel über das Warteknie bei Kolo zur Lissa Gora, lassen sich weiterhin über Lissa nach Grünberg verfolgen, wo schön entwickelte Jungmoränenwälle Braunkohlen aufgestaucht haben. Dasselbe gilt von dem wundervollen bogenförmigen Moränenwall, den die Görlitzer Neiße bei Muskau durchbricht. Von hier aus streichen Jungendmoränenwälle über Spremberg in die Dübener Heide (südöstlich von Dessau) und lassen sich über Köthen und Kalbe bis Magdeburg verfolgen. Weiter westlich hat das Würmeis die Täler der Aller und Weser nicht mehr überschritten (W auf der Karte) und seine äußersten gut erkennbaren Endmoränen bilden die Höhen der Wingst zwischen Stade und Bremerhaven.

In Schleswig-Holstein tauchen die Jungmoränengebiete, überragt von inselartig aufragenden Altmoränenhöhen mit eisenschüssiger Verwitterung, infolge jüngerer Senkungsvorgänge unter die Nordsee, so daß die auf der Karte dargestellte gestrichelte Fortsetzung hypothetisch bleibt. Eine solche Altmoräneninsel bildet auch den Kern von Sylt mit dem berühmten Roten Kliff.

Die äußersten Sandr des Jungmoränengebietes kontrastieren durch ihre hellen gelblichweißen Farben lebhaft von den eisenschüssig verwitterten Altmoränen und verknüpfen sich mehrfach mit breiten sandigen Schuttkegeln der von Süden kommenden und am Eisrande gestauten Flüsse. Bei der Görlitzer Neiße ist dieser Schuttkegel, in den sich der Fluß später 20 m tief eingrub, besonders gut entwickelt, aber auch Bober, Spree, Saale, Elbe und Weser zeigen Terrassenbildungen, die mit dem Aufstau am Rande des Inlandeises in Zusammenhang stehen.

Aus dem Vorhandensein derartiger Schuttmassen, welche die Flüsse nach N verfrachteten, müssen wir schließen, daß das Vorland wenig durch Pflanzenwuchs gefestigt war, von regenspendenden Winden überweht wurde und einen tundraartigen Eindruck machte. Eine solche periglaziale Tundra überzog wahrscheinlich das ganze unvergletscherte Deutschland zwischen dem skandinavischen und alpinen Vergletscherungsgebiet, wie dies auf der Karte für die Mindelvereisung dargestellt ist. Bewegungen des durchfeuchteten, gefrierenden und dann wieder auftauenden Bodens spielten im hügeligen Gelände sicher eine Rolle. So erklären sich wahrscheinlich die Steinströme und Blockmeere, die im deutschen Mittelgebirge so zahlreich sind; aber auch die ausgedehnten Gehängeschuttdecken, die teilweise von Löß überlagert werden, und leider bisher von geologischer Seite recht stiefmütterlich behandelt sind.[1])

[1]) In großem Umfange beobachtete ich solche Gehängeschuttdecken im Böhmerwald, in den Bergen südlich von Hildesheim — hier stellenweise unter- und überlagert von Lößen —, sowie in der Lüneburger Heide. Hier entstanden sie in der Tundrazeit beim Abschmelzen des Würmeises, als die Landschaft mit ihren großen Höhenunterschieden (vgl. meine Höhenkarte der Lüneburger Heide in Petermanns Mitteilungen 1910, II. Teil, Tafel 21) mehrere Jahrtausende ohne schützende Pflanzendecke lag und stark zertalt wurde. Dieser natürlichen Erklärung steht die gekünstelte durch keinerlei

Einen besonders interessanten Fall stellt der unter einer dünnen Lößdecke lagernde Schuttstrom vom Breiten Berge bei Striegau dar. In ihm wurden Renntierknochen gefunden als erster paläontologischer Beweis des Alters derartiger Bildungen.

Die periglaziale Tundra reichte wohl kaum bis zum Eisrande, sondern es schob sich das von den Eisföhnen überwehte Randgebiet ein, das mit seinen Dreikanterpflastern große Teile vor allem Schlesiens und Südposens bildet. Diese Eisföhne bliesen aus den Schottern, Moränenlehmen und Sandern den feinen Staub heraus und verfrachteten ihn als Löß bis an den Rand der Mittelgebirge, auf die er stellenweise bis über 400 m Höhe herauf geweht wurde. So entstand zur Würmeiszeit der jüngere Löß mit seiner hellgelben Farbe und fehlenden rotbraunen Laimenrinde. An vielen Stellen verlehmte er später, so in großen Teilen Schwabens und im südlichen Oberschlesien. Der jüngere Löß überhüllt in großer Mächtigkeit (im Durchschnitt 5 bis 10 m) die älteren Löße und ist auf der Karte punktiert wiedergegeben. Er bedeckt auch einen großen Teil Ungarns und reicht nach Südosten bis an das Schwarze Meer bei Odessa. Es läßt sich so auf der Karte leicht feststellen, daß die periglaziale Trockenzone sich strichweise bis 600 km vom Eisrande entfernte, es also keine Schwierigkeiten macht, die Löße Nord- und Mitteldeutschlands, sowie auch großer Teile von Süddeutschland als Erzeugnisse der Eisföhne des großen nordischen Inlandeises anzusehen. Daß die Alpen nicht auch in das Bereich dieser Trockenzone gerieten, haben sie wohl nicht zum wenigsten der Tatsache zu verdanken, daß sich die Kämme der Mittelgebirge dazwischenlegen und die wohl nur in den unteren Teilen der Atmosphäre sich bewegenden Eisföhne am Vordringen aufhielten, während die Riesengebirgsvergletscherung sich im Schutze des über 700 m hohen Bober-Katzbachgebirges entwickelte.

Der Reichtum des Löß an arktischen Säugern zeigt, daß auf der periglazialen Tundra große Herden von Elchen, Renntieren, Moschusochsen und Mammuten weideten und daneben scharenweise kleine Nager lebten. Interessant sind die Funde von Predmost (17 der Karte), die zur Annahme berechtigen, daß die mittelhohen Gebirge als Waldinseln die Tundra überragten und zahlreiche Waldtiere beherbergten. Die höchsten Teile der Mittelgebirge ragten aus dem periglazialen Trockenraum in das Bereich westlicher regenspendender Winde und trugen lokale kleine Gletscher, die Karnieschen aushobelten und mit Moränenwällen Seen abdämmten. Solche Bilder zeigen Vogesen, Schwarzwald, Böhmerwald, Erzgebirge und Riesengebirge, aber auch am Altvater und Glatzer Schneeberg sind Spuren undeutlich entwickelter Karnieschen angedeutet (auf der Karte die Dreiecke mit den Anfangsbuchstaben der Gebirge).

Das Jungmoränengebiet unterscheidet sich nicht nur durch das Fehlen eisenschüssiger Verwitterung und das Vorhandensein ausgedehnter kalkhaltiger weniger verlehmter Geschiebemergel von dem Altmoränengebiet, sondern auch durch die Landschaftsformen. Die Endmoränenwälle sind frischer und in geschlossenerem Zusammenhang erhalten, zahlreiche Seen sind eingestreut — meist lange vom Eise ausgehobelte Rinnenseen. Auf den Grundmoränenböden finden sich kleine trichterartige Sölle und die Flüsse werden von deutlicher erhaltenen Terrassen begleitet.

Die Lößbildung bezeichnet das Maximum der Vorstoßphase jeder Vergletscherung und setzte ein, sobald das jeweilige Inlandeis eine genügende Größe erreicht hatte.

Die Maximalausdehnung der Eisdecke bezeichnet einen klimatischen Wendepunkt. Offenbar unter dem Einfluß eines wärmer werdenden Klimas überwiegt von neuem das Abschmelzen das Vorrücken und das Gletscherende schmilzt allmählich ab, wobei vielfach die Verdunstung eine wichtige Rolle scheint, so daß ausgedehnte nicht von Schmelzwässersanden überlagerte Grundmoränendecken in großer Ausdehnung unter dem abschmelzenden Eise zum Vorschein kommen.

Schon diese Darstellung zeigt, wie gedankenlos es ist, von einem „Rückzug" der Gletscher zu sprechen.

Zahlreiche Endmoränenwälle mit stellenweise vorgelagerten Sandern zeigen Unterbrechungen des Abschmelzens an. Da kein einziger lebender Gletscher dauernd seinen Rand an derselben Stelle liegen hat, sondern bald vorrückt und dann das Vorland zu Moränenwällen aufpreßt, bald abschmilzt, so widerspricht es der Wirklichkeit, in diesen meist als Staumoränen gebildeten Moränenwällen „Stillstandslagen" zu erblicken. Es handelt sich um die jeweiligen Enden kurzer Vorstöße, welche die Abschmelzphase unterbrechen, um versteinerte Obertöne der großen glazialen Klimawellen.

Die dem abschmelzenden Inlandeise entströmenden Schmelzwässer sammeln sich in den Urstromtälern an, deren Verlauf im einzelnen noch recht verwickelt ist, zumal nicht jedes dieser Täler einer und derselben Eisrandlage angehört. Vielfach scheinen ältere Täler den abschmelzenden Wassermassen als Leitlinien gedient zu haben.

Die wichtigste Phase während der Abschmelzzeit bildet die baltische Endmoräne. Ist doch der Unterschied der Landschaftsformen zwischen ihrem Vorland und Hinterland ein derart großer, daß manche Geologen (z. B. Wolff) in

zwingende Beobachtungen zu beweisende Deutung Stollers gegenüber, wonach über der Heide eine riesige tote Eismasse liegen blieb, allmählich in ihre Teile zerfiel und durch ihre Schmelzwässer die Täler ausfurchte. Das Abbrechen dieser riesigen „toten Eismasse" soll die „Auskehrung des Elbtales" verursacht haben.

ihr den Rand einer neuen selbständigen Vereisung erblicken.

Zum ersten Male betonte ich die damals besonders von Machatscheck, Wahnschaffe, Braun-Greifswald und Gagel bekämpfte Ansicht der größeren Selbständigkeit dieses Endmoränengürtels, indem ich 1909 von einem baltischen Vorstoß sprach, der auf ein wärmeres Zwischenstadium folgte.

Die Forschung der Folgezeit hat meine Vermutung aufs schönste gerechtfertigt, indem bei der Kartierung sich herausstellte, daß die baltische Endmoräne tatsächlich bei einem Vorstoß entstand, der auf eine etwas wärmere — wenn auch arktische — Zwischenphase folgte, deren Vorhandensein besonders Heß v. Wichdorff durch das Auffinden der masurischen Interstadialablagerungen erbrachte. Ihnen folgten ähnliche Funde in Schleswig-Holstein. Das sind an Mollusken reiche bis 1,8 m mächtige Kalke, deren Flora einen „etwas arktischen" Einschlag zeigt und die von Decktonen bis 12 m Mächtigkeit überlagert und von dem sie überschreitenden Eisvorstoß stark gestört und zerquetscht wurden. Im Vergleich mit postglazialen Ablagerungen zeigt es sich, daß die Dauer dieser von mir als baltische Schwankung bezeichneten Phase mindestens ein Jahrtausend umfassen muß.

Die Karte zeigt, daß der baltische Moränengürtel (mit B bezeichnet) ungefähr den äußersten Jungendmoränen parallel geht und nur in Hinterpommern erheblich zurückbleibt. Darin erblicke ich die stauende Wirkung des hohen hinterpommerschen Landrückens, der bekanntlich im Turmberg die höchste Erhebung Norddeutschlands trägt. Die abfließenden Schmelzwasserströme sammelten sich in dem auf der Karte punktiert angedeuteten Thorn-Eberswalder Urstromtal.

Mit dem baltischen Vorstoße ist eine kurze Phase neuer Lößbildung verbunden. Die hierbei entstandenen Löße sind höchstens zwei Meter mächtig, vielfach sandig-lehmig entwickelt und unterscheiden sich auch durch das Fehlen von Kindeln von den älteren Lößen. Man kann sie als jüngster Löß oder baltischer Löß bezeichnen (β des Profils).

Im allgemeinen lagern sie an den nordöstlichen Hängen der Lüneburger Heide und des Fläming; das sind die in der Literatur als Feinsande und Flottlehme bezeichneten Bildungen, deren Lößnatur noch nicht von allen Geologen (Stoller hält sie noch heute für ein „Eissediment") anerkannt wird, obwohl sie stellenweise auf deutlichen Pflasterzonen mit vereinzelten Dreikantern liegen.

Durch die breite Lücke zwischen Fläming und der Lüneburger Heide wurden die jüngsten Löße weiter nch S geweht und dementsprechend auch feinkörniger. So entstand der etwa 2 m mächtige Bördelöß. Auch in Nordamerika finden sich jüngste bis höchstens 2 m mächtige Löße auf den äußersten Jungendmoränenflächen. Sie entsprechen offenbar dem norddeutschen baltischen Löß. Bei der Verbreitung der Flottlehme zeigt sich besonders schön das Gesetz, welches die heutige Verbreitung der Löße beherrscht. Alle Löße sind nur Reste einst viel ausgedehnterer Aufschüttungen, die unter dem Einfluß der heute — und auch in den Zwischeneiszeiten — wehenden Westwinde auf weiten Strecken wieder abgetragen sind, und nur an solchen Stellen in größerem Umfange lagern, die im Schatten dieser Winde liegen. Daher die große Verbreitung in der Bonner und Thüringer und Schlesischen Bucht, daher ist starke Verbreitung gerade an den westlichen Hängen nordsüdgestreckter Täler, oder an den Ostabhängen der Höhenzüge in der Lüneburger Heide, des Fläming, des Annaberges oberhalb Oppeln, des Zobten und des polnischen Mittelgebirges.

Das Hinterland der baltischen Endmoräne zeigt besonders frische Landschaftsformen, gut erhaltene Sölle, frische Terrassen und wenig entkalkte Geschiebemergelböden. Reich ist es an langgestreckten, im Grundriß ovalen Drumlinshügeln, die häufig in ganzen Schwärmen auftreten und meist saumartig den Innenrand der baltischen Endmoräne begleiten. Die Drumlins werden am besten als subglaziale Exarationsformen erklärt, wobei entweder hügelartige Grundmoränengebiete, oder Endmoränenwälle „umgepreßt" wurden. Für die letztere Auffassung scheint es sehr wichtig und durch nähere Einzeluntersuchungen zu erhärten, daß die Drumelins der nördlichen Neumark aus „begrabenen" Moränenwällen entstanden zu sein scheinen, die weiter östlich — wo das baltische Eis den hier höheren Sandrücken nicht mehr zu überschreiten vermochte — unzerschnitten auftauchen und sich bis an die Weichsel verfolgen lassen. Schon diese „Diskordanz" der Endmoränen wäre ein Beweis für die selbständige Stellung der baltischen Endmoräne (auf der Karte sind diese Moränenwälle gestrichelt angedeutet).

Nach diesem Reichtum an Drumlins könnte man die baltische Endmoräne direkt als Drumlinphase des abschmelzenden Würmeeises bezeichnen. In diesem Wort liegt aber eine tiefere Bedeutung, denn Drumlins finden wir nicht nur bei den alpinen eiszeitlichen Vorlandgletschern in einer bestimmten Entfernung innerhalb der Jungendmoränenwälle (auf der Karte sind auch im Alpenvorlande die Drumlinschwärme gestrichelt), wir finden sie sogar in einer ähnlichen Lage in Nordamerika, wo sie wie in Deutschland den südlichen Rand der Ostsee, so hier den Südsaum der großen Seen begleiten. Auch die alpinen Drumlins liegen außerhalb der großen meist durch Seen — Bodensee! — angedeuteten Zungenbecken, die in Norddeutschland dem einheitlichen Zungenbecken der Ostsee mit seinen durch Buchten (Lübecker Bucht, Stettiner Bucht, Danziger

Bucht usw.) bezeichneten Nebenzungenbecken entsprechen.

Das ist ein weiterer wichtiger Hinweis auf die Universalität und Gleichzeitigkeit der eiszeitlichen Klimaschwankungen.

Innerhalb der Drumlinzone liegt auch der Niagarafall, auf dessen Bedeutung für die eiszeitliche Zeitbestimmung ich noch zu sprechen kommen werde.

Wohl ziemlich allgemein parallelisiert man die baltische Endmoräne mit dem Bühlstadium der Alpen. Diese zuerst von mir vertretene Ansicht kann nicht mehr aufrecht gehalten werden, sondern es muß die baltische Schwankung mit der alpinen Laufenschwankung gleich gesetzt werden. Beide sind mit Drumlins verknüpft und entsprechen Vorstößen, die auf Zeiten stärkerer Abschmelzung folgten. Für das Bühlstadium, welches auch in den Alpen innerhalb der Zungenbecken liegt und dessen Selbständigkeit von zahlreichen Forschern [1]) sogar bestritten wird, kommt in Nordeuropa nur eine Moränenlage in Frage, die nicht südlich des Ostseebeckens liegt. Das sind möglicherweise die Moränenwälle im südlichen Schonen (Scanische Phase), deren östliche Fortsetzung leider von der Ostsee überflutet wurde, aber restweise in Gotland auf Dagö und in Estland zum Vorschein zu kommen scheint. Diese Moränenstaffel ist um so wichtiger, weil bis zu ihr die Messungen de Geers südwärts reichten.

Mit dem Abschmelzen des Eises über die Ostsee beginnt für Norddeutschland die Postglazialzeit.

Die letzte Phase beim Abschmelzen des skandinavischen Inlandeises liefert die großen Endmoränenwälle, die sich von Christiania durch Mittelschweden ziehen und dann jenseits der Ostsee in wundervoller Ausbildung die Finnische Seenplatte begrenzen. Vergleichende Längenmessungen mit dem alpinen Rhein- und Rhonegletscher machen es wahrscheinlich, daß wir es hier mit einem Gegenstück zu dem alpinen Gschnitzstadium zu tun haben.

Beim Abschmelzen des Inlandeises lag Fennoskandia offenbar infolge isostatischer Gegenwirkungen zum Ausgleich der Eisbelastung tief. Das Eismeer stand in Verbindung mit der Ostsee, aus der Südschweden als Insel ragte. Das ist das Yoldiameer, dessen am Rande des abschmelzenden Inlandeises gebildeten Jahresschichten zeigende Bändertone die de Geersche Chronologie ermöglichten.

Als das Inlandeis etwa die Eisscheide erreicht hatte und der Druck nachließ, hob sich das entlastete Land und infolge der Verbindung Dänemarks mit Südschweden wurde die Ostsee zu einem Binnensee. Das ist der Ancylussee, dessen Beginn noch in die Abschmelzzeit fällt.

[1]) Penck selbst betrachtet jetzt im Inntal die dem Bühlvorstoß zugeschriebenen Moränen als Würmmoränen!

Allmählich wurde das Klima wärmer und kontinental trocken. Das ist die Allerödzeit, die warme boreale Zeit der schwedischen Geologen. In ihr war die Kiefer der herrschende Baum, Ulme und Hasel wanderten nach Norden. Nach einem kurzen Kälterückschlag, der vielleicht dem Daunstadium der Alpen entspricht und sich in den dänischen Mooren zeigt, begann etwa gleichzeitig mit der Litorinasenkung, in der die Ostsee weit nach Süden flutet und ehemalige Binnenseen als Förden ertränkt, eine neue warme Zeit, die bis ins dritte nachchristliche Jahrhundert reicht und ihren Höhepunkt um das Jahr 5000 vor Christus zu haben scheint. In ihr erreicht die Waldgrenze ihre höchste Lage, die Haselnuß erreicht ihre höchste nördliche Ausdehnung und Trockenpflanzen, wie Stipa pennata, und die wärmebedürftige Wassernuß wandern bis in die Gegend der mittelschwedischen Seen. Gegen heute muß die Temperatur dieser Zeit etwa 2 Grad wärmer gewesen sein.

In nachchristlicher Zeit sinkt die Temperatur nochmals, die Baumgrenze senkt sich um 150 bis 200 m und ausgedehnte junge Moränenwälle entstehen im skandinavischen Hochgebirge. Das sind die altrezenten Moränen der alpinen Gletscher, für die der von Frech vorgeschlagene Namen Tribulaunstadium recht passend erscheint. Da die heutigen Gletscher weit hinter diese Moränenwälle abgeschmolzen sind, haben wir wohl das Maximum dieser kühlen Zeit schon hinter uns und befinden uns am Ende des Eiszeitalters, dessen Nachzuckungen diese postglazialen Klimaschwankungen wahrscheinlich sind.

Schwieriger ist es, in Deutschland die Spuren dieser postglazialen Schwankungen festzustellen. In der trockenen Ancyluszeit scheinen unsere Binnendünen in der heutigen Grundform entstanden zu sein, ebenso die gewaltigen mit Terrassen verknüpften Schuttkegel, welche die Flüsse der nördlichen Lüneburger Heide weit ins Elbtal schoben und die sicher jünger sind als die von N ins Elbtal mündenden Sandrkegel des baltischen Vorstoßes und die Flottlehmlöße. Funde weisen darauf hin, daß diese Schuttkegel und Terrassen schon in vorneolithischer Zeit aufgeschüttet wurden. Da damals wahrscheinlich — wie untergetauchte Wälder zeigen — der größte Teil der Nordsee Festland war, wurde hierdurch die Trockenheit des Klimas, die in der Schuttkegel- und Dünenbildung zum Ausdruck kam, noch verstärkt. Noch in vorneolithischer Zeit entstand dann der ältere Torf der norddeutschen Moore und die Dünen bewuchsen.

Etwa mit Beginn des Neolithikums setzt dann eine lange warme Zeit ein, in welcher die Steppenpflanzen sich weit verbreiteten, der Waldwuchs in den regenärmeren Gebieten Grassteppen wich und hier vermodernde Pflanzen sich zu der für Trockenklimate bezeichnenden Schwarzerde anhäuften. Diese finden wir auf Löß nicht nur in Mittelschlesien und in der sächsischen Tief-

landsbucht, sondern auf Geschiebemergel auch bei Meve und Hohensalza. Diese große Trockenzeit bedingte wahrscheinlich die starke Zunahme der Besiedlung der deutschen Löß- und Schwarzerdegebiete mit Beginn des Neolithikums, während vorher der den Wald meidende Mensch zumeist als Mesolithiker an den Küsten und im waldärmeren Belgien und Westfrankreich siedelte.

Eine geologische Bildung dieser Zeit, in der die Dünen teilweise von neuem überwehten,[1]) ist der Grenzhorizont der Moore. Etwa um das Jahr 300 nach Christus hört die Bildung des Grenzhorizontes auf und der jüngere Torf, dessen Weiterbildung noch heute fortzudauern scheint, setzt sich ab. Das ist der Stand nach der Frage der postglazialen Klimaschwankungen, wenn wir nur auf sicher zu beobachtende Tatsachen aufbauen.

II. Die Dauer der Eiszeit hat seit langem die Geologen beschäftigt, da mit ihr auch die Lösung der Frage nach dem Alter der Menschheit eng zusammenhängt.

Wie ich in dieser Zeitschrift schon eingehender ausführte, gelang mir eine Fortentwicklung der Ergebnisse der Messungen de Geers und seiner Schüler, wobei ich von der Annahme ausgehe, daß die Länge der einzelnen Vereisungen eine Funktion der Maximalmächtigkeit der in ihnen gebildeten Eiskuchen ist. Ich habe durch neuere Karten diese Messungen vervollständigt und erhalte folgende Zahlen:

Würmvereisung	55 000 Jahre (davon 18 000 seit dem baltischen Vorstoß)
Rißvereisung	110 000 Jahre
Mindelvereisung	125 000 Jahre
Günzvereisung	50 000 Jahre?

Diese Zahlen gelten aber nur für die Zeiten vom Vorrücken der Gletscher von der Eisscheide bis zum Maximalstadium und für das Abschmelzen bis zur Eisscheide zurück.

Da in den Zwischeneiszeiten das Klima wärmer war als das heutige, gilt es auch hierfür Zahlen zu erhalten, die dann zwischen die Glazialzahlen eingeschoben werden müssen.

Ganz absehen möchte ich bei diesen Rechnungen von den Talvertiefungen in den Alpen, die uns nur relative Werte („Gefühlswerte") geben, aber sonst unbrauchbar sind. Denn sie setzen eine gleichmäßige Hebung voraus, die nicht beweisbar und auch nicht gerade wahrscheinlich ist.[2])

Aus der Mächtigkeit der Verwitterungsrinden schließt Penck, daß die Rißwürmzwischeneiszeit dreimal so lange dauerte, wie die Postglazialzeit, die Mindelrißzwischeneiszeit sogar zwölfmal so lange. Das zeigt aber neue Schwierigkeiten. Was haben wir als Postglazialzeit zu betrachten? Ist es wahrscheinlich, daß die Verwitterungsmächtigkeit direkt proportional der Zeit ist, oder nicht eher wahrscheinlicher, daß in warmen Klimaten — wie das auch die Bodenforschungen und Beobachtungen in den Tropen lehren — die Verwitterung schneller vor sich geht? Und hängt nicht zuletzt die Mächtigkeit der Verwitterungsböden auch von dem Material, seiner Höhenlage und der Möglichkeit der Sickerwasserzirkulation ab? Überall also Unsicherheiten und Erschwerungen.

Schließen wir die letzten Fragestellungen einmal aus und nehmen an, Zeiten wie die Mächtigkeit der in ihnen entstandenen Verwitterungsdecken verhielten und bezeichnen wir als Postglazialzeit die Zeit, die seit dem Abschmelzen des Eises bis zur Eisscheide verfloß. Da diese etwa 11 000 Jahre beträgt, erhielten wir für die Rißwürmzeit 33 000, für die Mindelrißzeit 120 000 Jahre. Diese Zahlen sind nun sicher für die Hauptzwischeneiszeit mit ihrem heißwarmen Klima zu groß, aber auch für die letzte Zwischeneiszeit mit ihrer eisenschüssigen Verwitterung noch um einen kleinen Betrag zu kürzen.

Eine andere Berechnungsmöglichkeit erwähnte ich vorher, indem ich darauf hinwies, daß sich die Länge der Mindeleiszeit zu derjenigen der darauf folgenden großen Interglazialzeit etwa wie 9 : 5 verhielt. Aus der Proportion $125\,000 : x = 9 : 5$ erhalten wir $x = 70\,000$ Jahre als Länge der großen Interglazialzeit. Da aber auch diese Berechnung noch nicht ganz einwandfrei ist, empfiehlt es sich, für sie einen Mittelwert von etwa 90 000 Jahren und für die Rißwürmzwischeneiszeit etwa 28 000 Jahre zu nehmen (d. h. nur 7 % weniger), ebensoviel für die erste Zwischeneiszeit.

Die ganze Eiszeit vom Beginn der Günzvereisung bis zum Abschmelzen des Würmeises bis zur Eisscheide hätte dann etwa 500 000 Jahre gedauert, wozu noch 4000 Jahre (Schätzung von Werth) für die Ancyluszeit und etwa 7000 Jahre für die Zeit nach dem Maximum der Litorinasenkung (nach Keilhack) kämen. Für die Zeit nach dem Abschmelzen bis zur Eisscheide ergäbe das etwa 11 000 Jahre, wobei aber die Ancyluszeit noch etwas länger gedauert haben kann, für die Zeit seit der Bildung der baltischen Endmoräne etwa 30 000 Jahre. Dafür haben wir zwei weitere Kontrollen.

Die eine ist das Muotadelta am Vierwaldstättersee, dessen Alter Heim auf etwa 16 000 Jahre berechnet. Dieses liegt nach meinen Umrechnungen auf das skandinavische Gebiet übertragen an einer Stelle, die den Endmoränen Schonens entsprechen würde, für welche die

[1]) Bei den spärlichen Forschungen über den Bau der deutschen Binnendünen ist es vielleicht interessant, daß die Grabungen auf der Düne der Schwedenschanze bei Oswitz-Breslau unter einer alten Humusdecke orangegelbe Dünensande, darüber gelblich-weiße feststellten. Ebenso sind nach Keilhack an der Swinemündung die älteren Dünen Gelb- und Braundünen, die seit der Entstehung des jüngeren Torfes gebildeten hingegen Weißdünen.

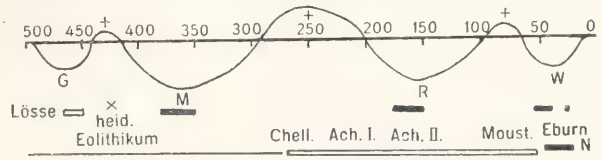
[2]) Das gilt auch von der neuesten Berechnung Hans und Richard Lehmanns (Mannus 13. Bd., S. 269 usw.), welche auf der Talvertiefung im Saalegebiet beruht und z. B. für die gesamte Würmeiszeit nur 25 000 Jahre annimmt.

obige Rechnung mit de Geer kombiniert 5700 + 4000\+ 7000 = 16700 Jahre ergibt.

Die zweite Kontrolle gibt der Niagarafall, dessen Schlucht zu ihrer Eintiefung etwa 30000 Jahre brauchte. Dieser Fall entspricht aber in seiner Lage in der Drumlinzone einem Stadium, das ungefähr gleichalt mit der baltischen Endmoräne ist.

Meine Chronologie ergibt hierfür 18000 + 4000 + 7000 = 29000 Jahre. Auch das scheint in Anbetracht der Schwierigkeiten, die der Berechnung des Alters des Niagarafalls entgegenstehen, eine erstaunliche Übereinstimmung und wir dürfen wohl sagen, daß wir einer brauchbaren Glazialchronologie recht nahe gekommen sind. Aber auch die Bedeutung der Möglichkeit, Glazialablagerungen verschiedener Vereisungsgebiete miteinander zu vergleichen und zu parallelisieren, wird hierdurch so recht in ihrer ganzen Tragweite klar und man lächelt darüber, daß noch vor 12 Jahren der Geograph Braun-Greifswald schreiben konnte, daß für eine Parallelisierung „keinerlei Bedürfnis vorliege" und ein Geologe wie Gagel die Möglichkeit einer solchen auf das schärfste bekämpfte.

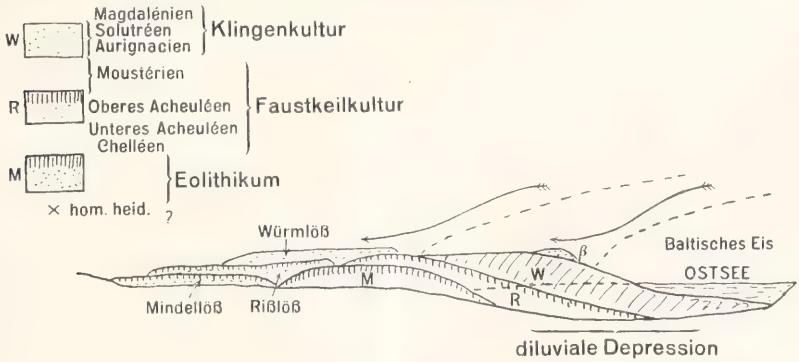
III. Wir kommen zum letzten und wichtigsten Teile, der Frage nach dem Alter und der Weiterentwicklung des Menschen.



Klimakurve der Eiszeit.

Einleitend gebe ich eine Klimakurve der Eiszeit, in deren Länge jedes Millimeter 5000 Jahren entspricht. Die wagerechte Linie ist die heutige Temperatur, die unteren Wellenberge glaziale, die oberen interglaziale Zeiten. Wie jede Wellenbewegung — man denke an die Erdbebenwellen — zeigt die eiszeitliche Klimakurve also ein Anschwellen bis zum Maximum und dann wieder ein Abschwellen. Als Nachläufer kann man die postglazialen Klimaschwankungen betrachten. Ihnen entsprechende dürften auch die Eiszeit eingeleitet haben. Aus Gründen besserer Übersichtlichkeit sind die Oberwellen nicht mit eingezeichnet. Hierfür verweise ich auf meine frühere Kurve.

Einen besseren Überblick der Chronologie der eiszeitlichen Kulturstufen soll die Schemazeichnung vermitteln.



Sie zeigt einmal, wie die Ausräumungsgebiete der verschiedenen Vereisungen sich auch der Größe ihrer Ausdehnung anpassen. Die das Zungenbecken der Würmvereisung ausfüllende Ostsee ist eingezeichnet. Die Verlängerung ihres Spiegels bis zu dem Aufschüttungsgebiet der Mindelvereisung zeigt die wahrscheinliche Lage des warmen die Stelle der heutigen Ostsee einnehmenden Meeres der Hauptinterglazialzeit. Die Löße sind punktiert und durch senkrechte Strichelung die Verbreitung der rotbraunen Verwitterungsrinden wiedergegeben, die auch die Altmoränen überdecken. Zur besseren Veranschaulichung sind die Eisföhne, die vom Würmeis und dem baltischen Eise herabwehten, eingezeichnet. Zur Ergänzung des Profiles dient die Übersicht mit Einschreibung der betreffenden Kulturstufen. Da der nur lokal verbreitete baltische Löß (β des

Profils) kein Kulturinventar geliefert hat, ist er in dieser Übersicht weggelassen.

In Zusammenhang mit der Klimakurve, in welcher die Klingenkultur als Eburnéen zusammengefaßt ist, läßt sich die Kulturentwicklung des Eiszeitmenschen gut überblicken und zahlenmäßig festlegen.

Der älteste menschliche Fund ist der Heidelbergmensch (1),[1]) dessen Alter aller Wahrscheinlichkeit nach auf mehr als 400000 Jahre anzusetzen ist. Da auch in England anscheinend sehr alte z. Zt. in vielen Einzelheiten noch stark umstrittene Funde gemacht sind und in Europa auch Pithekiden mit sehr menschlichem Zahnbau im jüngsten Tertiär vorkommen, erhält die Lehre von der europäischen Urheimat der Menschheit immer weitere Stützen.[2]) Der Heidelbergmensch ist wahrscheinlich Träger der Eolithkultur.

Chelléen und Altacheuléen liegen nach einwandfreien Feststellungen unter dem Rißlöß an verschiedenen Stellen des Sommetales (I., II.). Ihre Verknüpfung mit einer warmen Fauna und die lederbraune (nach Sarasin „wüstenartige") Patinierung, die an die der in Ägypten gefundenen Feuersteine erinnert, und Beweise dafür, daß beide Kulturen einer warmen Zwischeneiszeit sind. Dieselbe Patinierung zeigt ein Teil der als Acheuléen anzusprechenden Funde von Markkleeberg (2), die z. T. wohl erst sekundär durch Umlagerung aus einer alten Oberfläche in die Sandr der Rißeiszeit gelangt sind.

Da die typologische Methode mit ihrem starren Festhalten an alten Begriffen die Möglichkeit einer Parallelisierung sehr erschwert und sehr viel Unheil angerichtet hat, schlägt Wiegers für das Chelléen die Bezeichnung Halberstädter Stufe und für das untere und obere Acheuléen die Bezeichnungen Hundisburger Stufe (3) und Markkleeberger Stufe vor, um auch hier die größere Selbständigkeit der deutschen Forschung zum Ausdruck zu bringen. Die obere Faustkeilstufe reicht bis in die Rißvereisung, wie die Funde von Markkleeberg und in Nordfrankreich zeigen, wo Fäustel im Rißlöß gefunden sind.

Eine Interglazialkultur ist dagegen das nun folgende untere Mousterien, für welches Hauser die Bezeichnung Micoquien eingeführt hat. In Deutschland ist es am schönsten in den Kalktuffen bei Weimar (Ehringsdorf und Taubach) vertreten (6), weshalb Wiegers mit Recht vorschlägt, von einer Weimarer Stufe — besser Weimarer Zeit — zu sprechen. Hier sind auch Skelettfunde gemacht, die zeigen, daß die Träger dieser Kultur, wie der des Acheuléen der Neandertalmensch gewesen ist. Ein interglaziales Alter zeigt auch das Moustérien des südlichen Polens (Ojkow nördlich von Krakau), welches unter dem Würmlöß auf verwitterten Grundmoränen der Rißeiszeit liegt (20).

Naturgemäß ist auf Funde dieser älteren Kulturen in dem später vom Würmeis begrabenen Gebiet kaum zu rechnen, da diese dann meist umgelagert worden sind. Hierfür ist es von größter Wichtigkeit, daß doch Spuren sich in den Interglazialschichten gefunden haben. Das sind unzweifelhafte Spuren verbrannter Hölzer bei Bispingen (7) und ein Skelettfund bei Westerweyhe in dem der Bispinger interglazialen Kieselgur entsprechenden Süßwasserkalklager. Ähnliche Brandspuren wurden im Interglazial bei Posen (19) beschrieben.[1]) Unklar ist noch das Alter eines im Geschiebemergel der Würmeiszeit gefundenen Faustkeils bei Wustrow-Niehagen (8 der Karte).

Das obere Moustérien (nach Wiegers die Sirgensteiner Stufe — 21 —), lagert in den unteren Schichten des Würmlöß und wird bald abgelöst von dem Aurignacien, welches mit dem Solutréen zusammen eine typische Lößkultur ist, also dem Höhepunkt der Würmeiszeit angehört. Beide Kulturen sind von Löß begraben, der stellenweise bis 10 m Mächtigkeit über sie geweht worden ist.

Das Aurignacien finden wir in Deutschland bei Metternich (15) und vor allem in den Lößen der Wachau oberhalb von Wien, weshalb Wiegers von einer Willendorfer Stufe spricht. Hauptfundorte des Solutréen sind Canstatt (13) und Předmost (17), nach dem die Bezeichnung Předmoster Stufe geprägt wurde. Den Beginn der Abschmelzzeit leitet das Magdalénien ein, die Thainger Stufe (14) nach Wiegers. Es findet sich über dem älteren Jungpaläolithikum in zahlreichen Höhlen und ist mit diesem bis weit nach Rußland herein verbreitet. Dies spricht für eine weite Ausbreitung der Menschheit gegenüber dem — in geologisch alter Lagerstätte! — enger begrenzten Altpaläolithikum. Das Jungpaläolithikum wird von den Franzosen nach den aus Renntierhorn gefertigten Waffen auch als Tarandien bezeichnet, der daneben gebrauchte Namen Eburnéen weist auf die häufige Verwendung der Zähne des kurz nach dem Höhepunkt der Würmeiszeit aussterbenden Mammuts hin. Besser erscheint uns der deutsche Ausdruck Klingenkultur nach den jetzt zierlich hergestellten Klingen, von denen die wundervollen Lorbeerblattspitzen des Solutréen an Schönheit voranstehen. Eine starke Besiedlung zeigen auch die Höhlen des südlichen Polen und des nördlichen Mähren.

Wie die Funde zeigen, hielt sich der plumpe Neandertalmensch bis in die ältesten Phasen der

[1]) Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Fundorte auf der Übersichtskarte.

[2]) Vergleiche hierzu meinen Aufsatz: Gedanken über die Entwicklung der menschlichen Kultur und die Ausbreitung des Menschengeschlechts. (Naturw. Wochenschr. 1921, Nr. 33), dessen Darlegungen durch die Forschungen von W. C. Matthew (The tertiary sedimentary record and its problems, New Haven 1915), auch für die Säugetiere bestätigt werden.

[1]) Wichtige Mitteilungen von neuen altsteinzeitlichen Kulturstufen der Gegend um Halle machen Hans und Richard Lehmann in ihrem Aufsatz über „die ältere Steinzeit in Mitteldeutschland" (siehe oben).

Klingenzeit, wurde aber nachher von der jüngeren Aurignacrasse verdrängt. Es sind dies Erscheinungen, wie sie sich heute noch überall da abspielen, wo höhere und tiefere Rassen aufeinanderstoßen. In den günstigsten Fällen vermischten sich beide Rassen (Předmost), vielfach jedoch erfolgten wahrscheinlich Kämpfe, die mit kannibalischen Siegesmahlen endeten (Krapina).

In der ersten Hälfte der Würmeiszeit verschwindet also der Neandertaler und macht der zierlicher gebauten mit besserem Sprachvermögen (Ausbildung des Kinns) ausgestatteten Aurignacrasse Platz.

Diese entwickelte sich wahrscheinlich in der letzten Zwischeneiszeit im Ostseegebiet und wurde mit der sie begleitenden kalten Fauna beim Vorstoßen des Würmeises nach Süden verdrängt.

Das Aurignacien und Solutréen (auch Mammutzeit genannt) werden an vielen Stellen Mitteldeutschlands gefunden. Die großartigsten Stationen liegen bei Willendorf (18) und Předmost (17), weshalb Wiegers von einer Willendorfer und Předmoster Stufe spricht.

Die letztere dauerte etwa bis zum Höhepunkt der Würmvereisung und entwickelte sich zur Kultur des Magdalénien, oder der jüngeren Renntierzeit. Wie schon dieser Name besagt, treten aus Renntierknochen angefertigte Nadeln, Speerspitzen und Harpunen immer häufiger auf und das Mammut stirbt in den jüngeren Phasen aus. Die Steinwerkzeuge verkümmern zu den mikrolithischen Formen. Großartige in Südfrankreich und Nordspanien aufgefundene Höhlenmalereien geben einen tieferen Einblick in diese Zeit.

In Deutschland finden wir das Magdalénien an zahlreichen Stellen sowohl im Mittelgebirge (vor allem im Rheintal und in Höhlen), als auch vereinzelt im Gebiet der jüngsten Vergletscherung (Lübeck, untere Haveltone). Der großartigste Fundplatz ist das Keßler Loch bei Thaingen (14) nordöstlich von Schaffhausen, welches wie der gleichaltrige Abfallhaufen von Schussenried (19) im Gürtel der Jungendmoränen liegt. Daher die Bezeichnung Thainger Stufe. Zu ihr gehören auch die Funde am Felsen des Schweizerbild des bei Schaffhausen, dicht am Rande der Jungendmoränen. Das Alter des Magdalénien des Schweizerbildes berechnet Nüesch auf Grund einer Schätzung der Mächtigkeit der Breccienbildung auf 24000 Jahre. Diese Zahl paßt durchaus in den Rahmen der nordeuropäischen Chronologie, welche die Zeit zwischen dem Maximum der Würmvereisung und dem Abschmelzen bis zu den mittelschwedischen Endmoränen vom Jahre 40000 bis 15000 geschehen läßt.

Dem abschmelzenden Inlandeis folgt der Mensch und entwickelt sich allmählich zum heutigen Europäer.

Das vom Eise verlassene Gebiet überzieht sich mit einer dichten Walddecke, das Renntier wird durch den Hirsch ersetzt und dementsprechend verfertigt der Mensch seine Waffen — jetzt meist Harpunen — aus Hirschgeweihen und züchtet den Hund. Zugleich bestattet er seine Toten nach bestimmten religiösen Grundsätzen, wie es die Funde der Ofnethöhle zeigen. Das ist die von Wiegers als Ofnetstufe[1]) bezeichnete den Übergang zwischen der Eiszeit und Nacheiszeit darstellende in das Ende der Abschmelzphase fallende Kultur. Besser bezeichnet man diese Zeit der Hirschgeweihharpunen nach den geologischen Kriterien als Ancyluskultur.

In der folgenden Periode bleiben die Hirschgeweihharpunen. Es erscheinen als Neuerwerbung die ersten noch plumpen Tongefäße und an der Schneide geschliffene Beile, dazu endlich das Rind und Wohngruben.

Das ist die Litorinakultur, von welcher wir in Deutschland wichtige Funde aus der Kieler Föhrde haben, wo die Siedlungen infolge der Senkung heute mehr als 10 m unter dem Meeresspiegel liegen. Gleich alt ist in Frankreich das Campignien, in Dänemark die Kultur der Muschelabfallhaufen (Kjökkenmöddinger).

Ancylus- und Litorinakultur bezeichnet man auch als Übergangssteinzeit oder Mesolithikum. Da das Land meist dicht bewaldet ist, siedelt der Mensch überwiegend an der Küste und an den Binnenseen; er nährt sich von Fischfang und Sammelwirtschaft.

Erst im folgenden Neolithikum erfindet er den Ackerbau und besiedelt in großem Umfange die ausgedehnten sich jetzt bildenden Grassteppen.[2]) Diese bleiben auch bis in die Karolingerzeit sein wichtigstes Wohngebiet. Erst vom Jahre 1000 an wird der Wohnraum zu eng und in großem Umfange werden die Waldgebirge gerodet. —

Das ist in großen Zügen der Gang der Besiedlung des deutschen Bodens, der mit den umliegenden Landschaften sich immer deutlicher als die Urheimat des Menschengeschlechtes und die Geburtsstätte jüngerer hochentwickelter Menschentypen erweist.

Die folgende Tabelle soll versuchen, die Ergebnisse der vorliegenden Betrachtungen übersichtlich zusammenzufassen.

Siehe Seite 380.

Zurückblickend stellen wir fest, daß die erste brauchbare Chronologie der eiszeitlichen Kulturen in Frankreich geschaffen wurde. Da dieses außerhalb der großen Vereisungsgebiete liegt, mußte naturgemäß das Hauptgewicht auf faunistisch-typologische Methoden gelegt werden.

Die Forschungen Pencks und Brückners ermöglichten die Übertragung der typologisch gewonnenen Ergebnisse auf des alpine Eiszeitschema, das in seinen Grundlinien feststeht, aber im einzelnen noch wandlungsfähig ist. Ist doch jetzt

[1]) Schmidt betont hierbei die auffallenden Ähnlichkeiten dieser Kulturstufe nach der Ofnethöhle (22) benannten Stufe mit derjenigen der Tasmanier.

[2]) Vgl. E. Schalow, Zur Entstehung der schlesischen Schwarzerde. (Beihefte zum Bot. Centralblatt 1921, S. 466 usw.).

Geol. Alter	Kulturstufe	Rasse	Länge (Jahre)	Hauptstätten in Deutschland
Günzeiszeit				
I. Interglazial	Eolithikum		+ 200 000	
Mindeleiszeit		Heidelbergmensch		
Hauptinterglazial	Chelléen		100 000	Halberstadt Hundisburg Wettin und Wangen
	Unteres Acheuléen			
Rißeiszeit	Oberes Acheuléen		70 000	Markkleeberg, Metz, Achenheim
Jüngeres Interglazial	Unteres Moustérien	Neanderthaler	60 000	Weimar
	Oberes Moustérien		20 000	Sirgenstein
Würmeiszeit	Aurignacien			Willendorf, Koblenz
	Solutréen	Aurignacmensch	40 000	Predmost, Cannstatt
	Magdalénien			Thaingen, Haveltone
	Ancyluskultur			Ofnet, Haveltone
Alluvium	Litorinakultur	Heutiger Europäer	6 000	Ellerbeck bei Kiel
	Neolithikum		3 000	Lößgebiete
	Metallzeit		4 000	

(1921) Penck selbst geneigt, die Höttinger Breccie in das Hauptinterglazial zu stellen und den bisher dem Bühlvorstoß zugeschriebenen Geschiebemergel in die Würmeiszeit, womit der Achenschwankung die wichtigste Stütze entzogen wird.

Viel günstiger als im alpinen Gebiet liegen die Verhältnisse in Norddeutschland, wo sich die regionale Verbreitung der in den Alpen eng gedrängten Ablagerungen mit einer gründlichen Untersuchung, vor allem durch die Kartierung der Landesanstalt, paart. Von hier aus hat die Neugliederung der Kulturen des Eiszeitmenschen auszugehen, dies erkannt und begründet zu haben ist ein großes Verdienst von Wiegers. Wir blicken jetzt freier und werden nicht zu Sklaven der Typologie, in die wir mühsam das Glazialschema einzwängen.

Zugleich ermöglichte die Weiterausspinnung der Forschungen de Geers die ersten nicht nur relativen Zahlenangaben über die Dauer der Eiszeit.

Aber überall tauchen neue Fragestellungen auf. Aus was für Vorfahren entwickelten sich unsere Diluvialrassen, die nicht ohne weiteres voneinander ableitbar sind? Welches Alter haben die den europäischen Stufen entsprechenden Kulturen außerhalb Europas? Wie sind die Lücken zwischen den einzelnen Stufen zu erklären?

Hier ist die Forschung noch im Fluß und neue wichtige Ergebnisse sind in Kürze von verschiedenen Seiten zu erwarten. Eine Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß alle neuen Funde eiszeitlicher Kulturen möglichst bald der Wissenschaft zugänglich gemacht werden, damit ihre Einreihung und Verwertung erfolgen kann.

Geheimnisvolle Andeutungen und Verdächtigungen anderer Forscher, wie sie von Otto Hauser[1]) aus neuerdings öfters durch die Presse gingen, nützen in dieser Form der Wissenschaft nichts und erregen höchstens das Mißtrauen der Laien, den sie unnötigerweise voreingenommen machen.

[1]) Eine dankenswerte Mitteilung von Hugo Mötefindt über „Neuere Funde aus der älteren Steinzeit" (Naturw. Wochenschr. 1922, S. 207), weist darauf hin, daß es sich bei den meisten Hauserschen Funden in Thüringen um belanglose Eolithen handelt und nur bei Sangerhausen Klingen des Aurignacien mit Resten einer Lößdecke verknüpft sind.

Wichtigste neuere Literatur.

Penck, Die Höttinger Breccie und die Inntalterrasse bei Innsbruck. Abh. d. preuß. Akademie der Wissenschaften. 1920.

Leverett, Comparison of North American and European glacial deposits. Zeitschrift für Gletscherkunde 1909/10.

Wiegers, Diluvialprähistorie als geologische Wissenschaft. Abh. d. preuß. geol. Landesanstalt, Heft 84, 1920.

Wahnschaffe-Schucht, Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 4. Aufl. Stuttgart 1921. Ist wichtig durch eine Fülle von Literaturangaben, wobei jedoch nur die aus dem Jahrbuch der Landesanstalt stammenden Arbeiten vollständig verarbeitet sind, während manche wertvolle Arbeiten dem Verf. entgangen sind.

Wahle, Die Besiedlung Südwestdeutschlands in vorrömischer Zeit nach ihren natürlichen Grundlagen. XII. Bericht der römisch-germanischen Kommission. 1920.

Heim, Geologie der Schweiz. Leipzig 1917.

Richarz, Die geologischen Grundlagen der Zeitbestimmung vom Bühlvorstoß bis jetzt. Korrespondenzblatt f. Anthropologie usw. 1920, S. 63—67. Übt eine berechtigte Kritik an den Methoden von Nüesch und Heim und der Unsicherheit der durch sie errechneten Zahlen.

Schmidle, Die diluviale Geologie der Bodenseegegend. Die Rheinlande Heft 8, 1914. Mustergültige Darstellung der Geschichte des diluvialen Rheingletschers und wertvolle Erweiterung der Bearbeitung desselben Gebietes durch Penck (Alpen im Eiszeitalter S. 396—440). Besonders wichtig ist die Feststellung der Selbständigkeit des älteren Deckenschotters, von dem schon verkittete Gerölle im jüngeren Deckenschotter gefunden wurden (S. 80) und die glänzende Darstellung der Drumlinlandschaft und ihrer Entstehung (S. 93—112).

Interessante Feststellungen wirft auch Josef Bayer in seinen neuesten Arbeiten auf (vor allem: Spaniens Bedeutung für die Diluvialchronologie; Mitt. anthr. Ges. Wien 1921, S. 48—64), wenngleich seine Parallelisierungen sich nicht mit den Beobachtungen im norddeutschen Diluvium in Übereinstimmung bringen lassen und sonst anfechtbar sind.

Einzelberichte.

Das Memelland.

Über Land und Bevölkerung des Memelgebietes, auf das nach Artikel 99 des Friedensvertrags von Versailles Deutschland verzichten mußte, unterrichtet ein Aufsatz in der Zeitschrift „Wirtschaft und Statistik" (herausgegeben vom Statistischen Reichsamt, 2. Jahrg., Nr. 1). Das Memelgebiet ist ein Streifen von 270813 ha, auf dem zurzeit rund 150000 Einwohner leben. Die Grenzen werden gebildet von der alten deutschen Grenze von Nimmersatt bis zur Memel, von dem Strom selbst und einer Linie in seiner Verlängerung über die kurische Nehrung, schließlich von der Ostsee. Der Boden ist mit Ausnahme der Ostseeküste fruchtbares Ackerland. Große Waldbestände liegen verstreut in allen Gegenden. Etwa 90 v. H. der Gesamtfläche wird land- und forstwirtschaftlich genutzt; der bäuerliche Betrieb überwiegt durchweg. Im Jahre 1913 betrug der Ernteertrag ungefähr 5020 t Weizen, 44800 t Rogen, 15300 t Gerste, 50500 t Hafer, 213400 t Kartoffeln, 61900 t Futterrüben, 64 t Winterraps und -rübsen und 286200 t Heu. Das ganze Memelgebiet ist mehr zum Futteranbau als zum Anbau von Körnerfrüchten geeignet. So ist denn auch seit jeher die Viehzucht die Hauptbeschäftigung der Bevölkerung gewesen. Im Dezember 1920 wurden gezählt 31471 Pferde, 69956 Rinder, 23052 Schafe, 76980 Schweine, 706 Ziegen und 255000 Stück Geflügel. Handel und Industrie sind im Memelgebiet von wesentlicher Bedeutung. 1913 liefen 799 Schiffe mit 310360 Br.-Reg.-t in den Memeler Hafen ein, 790 mit 306649 Br.-Reg.-t gingen aus. Der Gesamtwert der Ein- und Ausfuhr stellte sich auf 113,4 Millionen Mark. Im Jahre 1920 betrug der Eingang 790 Schiffe und der Ausgang 795. Der Handel mit Holz nimmt die wichtigste Stelle ein. Die Grundlage gibt der heimische Waldbestand ab.

Von den 150000 Einwohnern spricht fast die Hälfte litauisch als Muttersprache, doch weicht der Dialekt wesentlich von dem in Kowno gesprochenen ab. Die Stadt Memel selbst zählt rund 31000 Einwohner. Von 100 Erwerbstätigen gehörten 60,5 der Landwirtschaft, 13,7 der Industrie und 8,3 dem Handel und Verkehr an.

E. W. Neumann.

Röntgenstrahlen als Katalysatorengift.

Katalysatoren werden durch eine Reihe von Stoffen, auch wenn diese in geringer Menge vorhanden sind, unwirksam gemacht. Man spricht geradezu von einer „Vergiftung" des Katalysators. Als Katalysatorengifte stehen Blausäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxyd, Arsenverbindungen in erster Linie, bemerkenswerterweise alles Stoffe, die auch für den menschlichen Organismus stark giftig sind. Da Röntgenstrahlen im Organismus tiefgreifende Veränderungen hervorzurufen vermögen, die nachweislich vielfach auf einer Beeinflussung organischer kolloidaler Systeme beruhen, so suchten Robert Schwarz und W. Friedrich[1]) nach der umgekehrten Parallele im Anorganischen. Es zeigte sich, daß Röntgenstrahlen in ähnlicher Weise wie die oben genannten Stoffe „vergiftend" auf gewisse Katalysatoren wirken.

Bredig hat die Umstände näher studiert, unter denen Hydroperoxyd H_2O_2 zerfällt. Er fand, daß dieser Zerfall (in Wasser und Sauerstoff) durch geringe Mengen kolloidalen Platins katalytisch stark beschleunigt wird. Schwarz und Friedrich bestrahlten nun, unter sorgfältiger Ausschaltung aller Fehlerquellen, ein 30proz. Hydroperoxydpräparat, dem ein Platinsol (Gehalt: 0,02 g Platin im Liter) zugesetzt war, mit Röntgenstrahlen aus einer Coolidgeröhre mit Wolframantikathode. Es erwies sich, daß die Zerfallsgeschwindigkeit beträchtlich gelähmt wurde gegenüber einem unbestrahlt gebliebenen Präparat. Die Verzögerung betrug bis zu 77 %. Wurde das Hydroperoxyd allein bestrahlt, so verlief die Katalyse normal. Bestrahlte man jedoch das Platinsol allein und setzte es nachher dem Hydroperoxyd zu, so zeigte sich eine gleiche Lähmung wie wenn beide Stoffe miteinander gemischt der Bestrahlung ausgesetzt gewesen waren. Die Röntgenstrahlen wirken mithin nur auf den Katalysator ein.

Welcher Art ist die Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Platinsol? Es konnte festgestellt werden, daß weder der elektrische Ladungssinn des Soles noch die Wanderungsgeschwindigkeit

[1]) Berichte d. Deutschen Chem. Gesellschaft 55, S. 1040, 1922.

durch die Bestrahlung beeinflußt werden. Somit kann es sich nur um eine Veränderung des Dispersitätsgrades handeln. Darauf deutet auch, daß nach etwa 16 Stunden die Vergiftung verschwunden war. Der Katalysator hatte sich erholt.

Die theoretische Erklärung dieser Erscheinung ist nicht restlos gelungen. Die Autoren nehmen die von Haber aufgestellte Theorie der Hydroperoxydkatalyse als Ausgangspunkt ihrer diesbezüglichen Darlegungen. Danach ist für die Katalyse Sauerstoff nötig, der im Platin gelöst oder chemisch gebunden vorhanden ist. Nimmt man an, daß durch die Röntgenbestrahlung aus dem ja in allen Fällen anwesenden Wasser Wasserstoff abgespalten wird, so ist denkbar, daß dieser den im Platin vorhandenen Sauerstoff unwirksam macht. Alsdann nämlich ist es unmöglich, daß die erste Stufe der Katalyse völlig überwunden wird, die nach Haber in der Gleichung $yH_2O_2 + nPt = Pt_nO_y + yH_2O$ ausgedrückt ist. Infolge der Anwesenheit des Wasserstoffs käme es nicht zur Bildung der Zwischenverbindung Pt_nO_y. Wasser wurde durch Röntgenstrahlen in keiner Weise derart verändert, daß Lähmungserscheinungen auftraten. Die Vergiftung ist also nicht auf etwa entstandenes Ozon oder auf Stickoxyde zurückzuführen.

Eine belangvolle Parallele zu diesen Versuchen ist ferner die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf solche organischen Fermente, die den Zerfall des Hydroperoxyds gleichfalls zu katalysieren vermögen. Von solchen wurde Katalase untersucht. Es zeigten sich die der Art und Weise nach gleichen Lähmungserscheinungen wie beim Platinsol. Auch bei der Katalase trat nach etwa 16 Stunden Erholung und, auffallenderweise!, sogar erhöhte Wirksamkeit auf die Zersetzungsgeschwindigkeit ein. H. Heller.

Neue Forschungen über Nebelflecke.

Die im Jahre 1918 erschienene Publikation „Studies of the Nebulae made at the Lick-Observatory", die bei uns erst vor kurzem bekannt wurde, enthält eine Reihe recht bemerkenswerter Ergebnisse über die sog. planetarischen oder „Gas"-nebel, deren wichtigste hier nach einem von Becker in der „Himmelswelt" gegebenen Bericht zusammengestellt werden mögen.

Die Anzahl der planetarischen Nebel ist im Vergleich zu den nach Tausenden zählenden Nebeln und Sternhaufen der Generalkataloge recht gering, es gibt deren nur 150, als Hauptrepräsentanten derselben seien der Orionnebel, der Amerikanebel und der Ringnebel in der Leyer genannt. Auch unter den 200000 beobachteten Sternspektren des neuen Draper Katalogs hat sich nur ein Objekt gefunden, das seinem Spektrum nach zu den Gasnebeln zu rechnen ist. Die kleineren und kleinsten der planetarischen Nebel gehören ebenso wie die großen, diffusen Nebel fast ausschließlich der Milchstraße an, während die größeren und helleren gleichmäßig über den ganzen Himmel verteilt sind. Die Gasnebel gehören also dem Milchstraßensystem an, so daß die entferntesten von unserem Standpunkt aus sich in der Milchstraße selbst zusammendrängen, die näheren dagegen sich auch auf andere Stellen der Himmelskugel projizieren. Dies wird auch durch die bei 6 Objekten von van Maanen gefundenen Parallaxen bestätigt.

Die absolute Helligkeit M, d. h. diejenige, in der das Objekt aus einer Entfernung von 32 Lichtjahren (entsprechend 0,1" Parallaxe) erscheinen würde, bestimmt sich, wenn m die scheinbare Helligkeit und π die Parallaxe ist, nach der Formel $M = m + 5 + \log \pi$. Danach ist die durchschnittliche Helligkeit der 6 Nebel, deren Entfernung bekannt ist, nur $9{,}1^m$; während die Durchmesser Werte zeigen, die den der Neptunsbahn durchweg um das 40- bis 50fache übertreffen, wie folgende Tabelle zeigt:

Nr. des N.G.C.	Parallaxe	M	Durchmesser in Erdbahnhalbmessern
2392	0,022"	6,7	2 100
6720	0,008	9,2	10 000
6804	0,022	10,1	1 450
6905	0,015	10,4	3 100
7008	0,016	8,8	5 900
7662	0,023	9,7	1 350

Die Formen der Gasnebel sind mannigfache. Curtis unterscheidet sieben Typen. Die Nebel sind teils schraubenförmig, ringförmig, scheibenförmig, teils auch Nebelsterne.

Verschiebungen der Spektrallinien wurden von Campbell und Moore bei 125 Gasnebeln festgestellt. Sie ergeben eine Annäherung zur Sonne im Betrage von durchschnittlich 29,6 km in der Sekunde, allerdings bilden 4 ausgedehnte Nebel mit nur 4,0 km Annäherung und besonders die Nebel in der großen Kapwolke mit einer von der Sonne fort gerichteten Geschwindigkeit von 276 km wichtige Ausnahmen. Wilson glaubt, daß die abnorm hohe Geschwindigkeit der Nebel der Kapwolke auch der ganzen Wolke einschließlich der darin enthaltenen Wolf-Rayet-Sterne und P-Cygni-Sterne, sowie der Sterne mit hellen Wasserstofflinien zukommt, die außerhalb der Wolke in deren Nachbarschaft gänzlich fehlen. Pickering hält die Kapwolke für einen großen, der Sonne relativ nahen Spiralnebel. Auch sonst zeigen die Spiralnebel meist große Geschwindigkeiten.

Auch Rotationen der Nebel lassen sich nach dem Dopplerschen Prinzip durch Verschiebungen der Spektrallinien erkennen. Für den Ringnebel in der Leyer wurden insbesondere folgende Werte gefunden:

Bahngeschwindigkeit eines Teilchens in 25" Abstand vom Kern	1,4 km/sec.
Parallaxe	0,004"
Entfernung	800 Lichtjahre
Masse	13,8 Sonnenmassen
Rotationsperiode	132900 Jahre

In dem berühmten Spiralnebel im Sternbild der Jagdhunde (Messier 51 oder N.G.C. 5194) konnte van Maanen durch Vergleichung zweier mit einem 60zölligen Reflektor hergestellten, photographischen Aufnahmen, die um 11 Jahre auseinander liegen, innere Bewegung feststellen. Die erste Aufnahme wurde im Februar 1910, die zweite im April 1921 gewonnen. Der Nebel hat sich in dieser Zeit gegen die benachbarten Fixsterne jährlich um +0,006" in Rektaszension und um +0,001" in Deklination bewegt, außerdem zeigt sich aber noch eine innere Bewegung, die nicht in einer bloßen Rotation besteht, da neben einer tangentialen Drehbewegung von jährlich 0,019" im Sinne O—N—W—S eine radiale Verschiebung der leuchtenden Gebilde nach außen hin gemessen wurde, die 42 % der Tangentialbewegung beträgt. Es findet also in dem Nebel eine spiralige Bewegung längs der Arme im Betrage von jährlich 0,021" zusammen mit einer geringen, nach außen gerichteten radialen Bewegung von 0,003" statt.

Die in den Gasnebeln auftretenden Spektrallinien sind außer den Wasserstofflinien $H\alpha$ bis $H\xi$ mehrere Linien des Helium, auch die als $H\beta'$, $H\gamma'$, $H\delta'$, $H\varepsilon'$ bezeichneten Linien der ζ Puppis-Serie, die ebenfalls dem Helium zugeschrieben werden, sowie die noch nicht mit bekannten Elementen identifizierten Hauptnebellinien 4959 N_1 und 5007 N_2. Die Kerne der Gasnebel zeigen außerdem helle Bänder und ein recht intensives, kontinuierliches Spektrum, dessen Energieverteilung nach der Planckschen Gleichung auf eine Temperatur von etwa 50000° schließen läßt. Diese Kernsterne sind durch die bei 4051, 4686 und 4633 gelegenen Bänder den Wolf-Rayet-Sternen sehr ähnlich. Bei 365 $\mu\mu$ setzt ganz unvermittelt da, wo die Balmerserie des Wasserstoffs aufhört, ein kontinuierliches Spektrum ein, wie es von der Bohrschen Atomtheorie für den Wasserstoff gefordert wird. Kbr.

Bücherbesprechungen.

Petersen, H.; Histologie und mikroskopische Anatomie. I. und II. Abschnitt: Das Mikroskop und allgemeine Histologie. 132 S. mit 122 z. T. farbigen Abbildungen im Text. München u. Wiesbaden 1922, J. F. Bergmann. 42 M.

Das vorliegende Werk stellt den allgemeinen Teil eines Lehrbuches der Histologie und mikroskopischen Anatomie dar, dessen Schluß- (und Haupt-) Teil, ca. 37 Druckbogen stark, so bald als möglich folgen soll. Die allgemeinen Probleme, welche nach des Verf.s Auffassung sich aus der hier abgehandelten Lehre von der als Zelle organisierten lebenden Substanz ergeben, sind, wie der Verf. hervorhebt, mehr, als das bisher in den einschlägigen Lehrbüchern üblich war, betont worden. Die Arbeit ist Hermann Bruns gewidmet, dem Verf. des meistumstrittenen modernen Lehrbuches der Anatomie, der Petersen offenbar nicht wenig beeinflußt hat. Dem Referenten will es auch nach der Lektüre dieser Arbeit scheinen, als ob doch die der Fahne von Bruns folgende jüngere Anatomengeneration allzusehr „ad usum delphini" schriebe, was schließlich mit der Not der heute hastig auf das Examen dressierten, kaum noch im früheren Sinne des Wortes in ein Studium sich vertiefenden akademischen Jugend entschuldigt werden könnte, wenn nicht bei jeder Gelegenheit die klassische anatomische Lehrbuchliteratur, als ob sie dem Wißbegierigen Steine statt Brot gereicht hätte, abfällig kritisiert würde. Wohl wird mancher originelle Gedanke, manche didaktisch sehr geschickte Methode der Stoffbehandlung in dieser Brunsschen Schule herausgearbeitet. Aber von der imposanten Größe der Klassiker — es seien nur Henle, Gegenbaur, Fürbringer genannt — sind sie doch weit entfernt. Es wird viel zu viel verglichen, Nachbargebieten (z. B. technischen Disziplinen) Zugehöriges in den Kreis der Betrachtungen einbezogen, anstatt streng systematisch das Gebäude der Disziplin zu entwickeln und scharf von der Nachbarschaft zu sondern, vor allem aber die vielen, in rein deskriptiver Hinsicht bestehenden Lücken auszufüllen. So hat nach des Ref. Überzeugung die Entwicklungsmechanik nichts in einem histologischen Lehrbuch zu suchen. — Allein es kann heute über alles dies nicht gut mit dem Verf. gerechtet werden. Zumal man sich andererseits viel Gutes von seiner Arbeit versprechen darf. Was er behandelt hat (Mikroskop, Anatomie der Zelle, Theorie der lebendigen Struktur, Beobachtungsmethoden, die Lebenserscheinungen der Zellen — um nur einige wichtigste Kapitel herauszugreifen), ist mit anerkennenswerter Klarheit und Prägnanz zur Wiedergabe gelangt, die durch ungewöhnlich gute Illustrationen wirkungsvoll unterstützt wird. Die Literatur wird sorgfältig zitiert.

So kann das Buch, wenn es auch im Zeichen einer Übergangsperiode steht, die mit ihrem Bemühen, den Stoff in neue Formen zu gießen, neue Problemstellungen zu geben, bevor die alten genügend erschöpft sind, nicht immer eine glückliche Hand zu haben scheint, doch warm empfohlen werden. M. Wolff (Eberswalde).

Stark, Prof. Dr. **Johannes**, Natur der chemischen Valenzkräfte. Mit 4 Fig. Leipzig 1922, S. Hirzel. 10 M.

Ein Vortrag des großen Physikers, des Nobelpreisträgers von 1920, der zuerst klar die Ge-

danken der elektrischen Natur der Valenzkräfte aussprach, auf denen das ganze Gebäude der heutigen Valenzlehre ruht. Auffallend gepflegt im gedanklichen sowohl wie im stilistischen Aufbau, bildet der Vortrag ein ungemein lehrreiches Seitenstück zu der neulich hier besprochenen Schrift von Kossel (Naturw. Wochenschr. N. F. XXI, S. 112, 1922). Lehrreich insbesondere deshalb, weil der unbedenklichen Selbstsicherheit des Letzteren hier die vorsichtige, fast möchte man sagen: weise Bescheidenheit des echten Physikers entgegensteht, dem die Erfahrung alles, die Rechnung nur ein Hilfsmittel ist. Fast alle heutigen Theoretiker freilich halten es mit dem Primat der Mathematik... Immerhin muß man der (von Stark nicht geteilten) Theorie von Rutherford und Bohr zugestehen, daß sie viele exakte Erfahrungen quantitativ deckt. Starks Theorie hingegen ist über qualitative Beschreibung nicht recht hinausgekommen.

Die Schrift ist sehr zu empfehlen. H. Heller.

Romeis, B., Taschenbuch der mikroskopischen Technik. IX und 472 S. m. 5 Fig. im Text und mehreren Tabellen. 9. u. 10. umgearbeitete und erweiterte Auflage des Taschenbuches der mikroskopischen Technik von Alexander Böhm und Albert Oppel. München und Berlin 1922, Verlag von R. Oldenbourg. — Preis geb. 70 M.

Das seit Jahrzehnten in allen zoologischen und histologischen Laboratorien am meisten gebrauchte Taschenbuch, dessen vorausgegangene Auflage ebenfalls von Romeis sehr glücklich bearbeitet worden war, weist auch in der vorliegenden eine Menge neuer Nachträge auf. Abgesehen von diesen haben vor allem die Abschnitte über Knochen, Zähne, Muskel und Vitalfärbung eine neue, übersichtlichere Darstellung erfahren. Eine sehr willkommene Bereicherung ist ein Kapitel über das Messen mikroskopischer Präparate und über die (vorzüglich von Hammer ausgebildeten) Methoden einer genauen Mengenbestimmung von Organen und Organteilen. Über die Prinzipien der mikrometrischen Messungsmethoden wird der Anfänger ja im allgemeinen orientiert sein. Damit ist es aber nicht getan. Denn es sind allerhand technische Einzelheiten zu beachten, über die leider auch in den Kursen viel zu wenig Aufklärung gegeben zu werden pflegt, und über die sich die Mehrzahl der sonst zur Verfügung stehenden Handbücher ausschweigen.

Und doch sind exakte Bestimmungen nur bei Beachtung dieser Einzelheiten zu erhalten (z. B. Beseitigung der Parallaxe, Behandlung der Objektive mit Korrektionsfassung usw.).

Vermißt hat der Ref. eigentlich nur eine Darstellung der Chloracethyl-Gefriertechnik, die doch — vor allem, wenn nicht tagaus, tagein am Mikrotom gearbeitet wird — bequemer, billiger, aber sonst in den Resultaten ebensogut, wie die Kohlensäuretechnik ist, sich auch in Gestalt des vom Ref. angegebenen kleinen Zimmermannschen Mikrotoms gut eingebürgert hat, ferner die Erwähnung der Methode des Aufklebens von Gefrierschnitten mit Mallorys Celloidin. Das wäre vielleicht in einer Neuauflage nachzutragen.

Jedenfalls ist das Taschenbuch auch in seiner vorliegenden Gestalt dasjenige Werk, was dem angehenden und fortgeschrittenen Mikroskopiker in erster Linie empfohlen zu werden verdient.

M. Wolff (Eberswalde).

Müller, L. R., Über die Altersschätzung bei Menschen. 62 S. Berlin 1922, Julius Springer.

Während man bei vielen Pflanzen und bei manchen Tieren das Alter „bestimmen" kann, kommt für den Menschen nur eine „ungefähre Schätzung" in Betracht, die, wie Verf. zeigt, zudem mit zahlreichen Fehlerquellen behaftet ist. Diese Altersschätzung hat rein wissenschaftliches Interesse für die Anthropologie, praktisches aber auch für Ärzte und Juristen und schließlich für jedermann. Der Verf. stellt in dieser Schrift die Anhaltspunkte zusammen, die bei der Altersschätzung berücksichtigt werden müssen und gibt dazu im Text 87 lehrreiche photographische Reproduktionen. So werden die Merkmale am Skelett, dem Fettpolster, der Haut, den Augen, den Ohren, dem Mund, den Händen, den Geschlechtsorganen besprochen, sodann die Wandlungen des Seelenlebens. Auch die den Altersmerkmalen zugrunde liegenden Zellveränderungen werden behandelt, sodann die Schätzung des Alters des Menschengeschlechtes und des Alters eines einzelnen Volkes. — Wenn auch der Verf. zum Schluß noch einmal betont, daß von einer wissenschaftlichen Methode der Altersbestimmung beim Menschen nicht die Rede sein kann, so ist doch seine Schrift als ein sehr interessanter und lesenswerter Versuch zu bezeichnen. Die Ausstattung des Büchleins ist, was das Papier, den Druck und insbesondere die Abbildungen betrifft, auf einer bemerkenswerten Höhe.

Huebschmann (Leipzig).

Inhalt: K. Olbricht, Die Eiszeit in Deutschland und der vorgeschichtliche Mensch. (3 Abb.) S. 369. — **Einzelberichte:** Das Memelland. S. 381. R. Schwarz und W. Friedrich, Röntgenstrahlen als Katalysatorengift. S. 381. Becker, Neue Forschungen über Nebelflecke. S. 382. — **Bücherbesprechungen:** H. Petersen, Histologie und mikroskopische Anatomie. S. 383. J. Stark, Natur der chemischen Valenzkräfte. S. 383. B. Romeis, Taschenbuch der mikroskopischen Technik. S. 384. L. R. Müller, Über die Altersschätzung bei Menschen. S. 384.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 9. Juli 1922. | Nummer 28.

Der Rhythmus im Leben der Pflanze.*)

[Nachdruck verboten.]

Von **Hugo Miehe.**

Alljährlich erleben wir das eindrucksvolle Schauspiel, wie sich im Lenz das kahle Geäst der Bäume und Sträucher mit grünem Laube und die Erde mit einem grünen Teppich von Kräutern bekleidet, wie dann aber später im Herbst die grüne sommerliche Pracht zu vergilben beginnt, wie die Blätter zu Boden taumeln, die Kräuter absterben und verdorren, bis nur kahles Zweigwerk in die winterliche Luft ragt und im kalten Boden, dem Auge verborgen, die dauerhaften Teile der Stauden und Kräuter schlummern. Und wenn auch manche Pflanzen mit ihrem Laube einem oder gar mehreren Wintern zu trotzen vermögen, so beteiligen sich auch sie in gleicher Weise an dem allgemeinen Treiben im Frühjahr und an der Ruhe im Winter. So offenbart sich im Leben unserer Gewächse ein ausgeprägter Rhythmus, ein Wechsel zwischen intensiver, sich in Wachstum und Neubildung äußernder Tätigkeit und zwischen Ruhe, die äußerlich den Eindruck völligen Stillstandes macht.[1])

Der aufmerksame Beobachter der Pflanzenwelt findet aber noch viel mehr Anzeichen eines rhythmischen Geschehens, die weniger auffallend sind als jene Sommer-Winterperiodizität: periodisch öffnen und schließen sich die Blüten der Tulpen, des Krokus unter dem Temperaturwechsel der wetterwendischen ersten Frühlingstage, Löwenzahn und Mittagsblume entfalten ihre strahlenden Kronen nur dem hellen Lichte, und verbergen sie im Dunkeln;[2]) allnächtlich sind die Blätter des Klees, der Bohne, der Akazie abwärts geschlagen, jeden Morgen heben sie sich wieder dem Lichte entgegen.[3]) Und wenn wir mit feinen Methoden den Verlauf des Längenwachstums messen,[4]) oder das Wuchern eines Schimmelpilzes auf der Agarfläche beobachten, oder mit dem Mikroskop die Kernteilungsvorgänge in den wachsenden Vegetationspunkten verfolgen,[5]) oder das Wachstum der Stärkekörner oder andere intime physiologische Vorgänge untersuchen, die sich innerhalb des Stoffwechselgetriebes der lebenden Zellen abspielen, so gewahren wir wiederum überall Rhythmen verschiedenster Art.

Alle sind sie zweifellos auf das feinste aufeinander abgestimmt, sie können schließlich auch in größere Rhythmen zusammenklingen, die sich in auffälligen Erscheinungen offenbaren. Die eindrucksvollste dieser Art ist wohl die periodische Wachstumstätigkeit, die die heimische Vegetation im Wechsel der Jahreszeiten zeigt. Wir wollen den Versuch machen, diese einer wissenschaftlichen Analyse zu unterziehen und werfen die Frage auf: was wohl ihre Ursache sein mag. Viele wird vielleicht schon das Aufwerfen dieser Frage verwundern. Nichts sei doch einfacher, meinen sie, zu beantworten, als diese Frage. In der einen Jahreshälfte begünstigen Wärme und Licht das Wachstum, in der anderen werde es durch Dunkelheit und Kälte gehemmt. Die Pflanzenwelt stehe einfach unter der Fuchtel der Sonne und folge ihrem Gebot.

Das damit aber das Problem nicht erledigt ist, lehrt uns schon eine aufmerksame Beobachtung unserer heimischen Flora. Zunächst einmal treiben ja durchaus nicht alle Pflanzen zu gleicher Zeit aus, wie sie es doch tun sollten, wenn sie sich nur nach dem Thermometer richteten. Manche Sträucher öffnen ihre Laubknospen, sobald die erste Wärme einsetzt, also schon im Februar, ja sogar Ende Januar, wie z. B. der Stachelbeerstrauch und seine Verwandten; diesen vorwitzigen folgen dann andere nach; zeitig, aber nicht so früh, beginnen auch verschiedene Bäume, Weiden, Linden, Birken, Kastanien, Pappeln. Dagegen verharren Esche und besonders Buche, Eiche und Akazie in starrer Ruhe und stechen noch anfangs Mai aus dem allgemeinen Grün mit ihren kahlen Ästen heraus. Sogar individuelle Unterschiede gibt es, Bäume der gleichen Art zeigen oft, obwohl nebeneinanderstehend, eine bedeutende Phasendifferenz, ja nicht selten schlagen gar die Äste desselben Individuums nicht zu gleicher Zeit aus. Staffelweise sehen wir also das grüne Kleid der Erde entstehen. Ferner wachsen durchaus nicht, wie man erwarten sollte, die Triebe,

*) Nach einer am 23. Mai 1922 in der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin gehaltenen Festrede.

[1]) Allgemeine Darstellungen des Rhythmus z. B. bei H. Kniep, Über den rhythmischen Verlauf pflanzlicher Lebensvorgänge. Naturwissenschaften 1915, Heft 36/37, sowie H. Schroeder, Die Pflanze im Wechsel der Jahreszeiten. Naturw. Wochenschr. Bd. XIX, S. 52, 1920.

[2]) Literatur bei R. Stoppel, Über den Einfluß des Lichtes auf das Öffnen und Schließen einiger Blüten. Zeitschr. f. Botanik Bd. 2, S. 369, 1910.

[3]) Vgl. z. B. W. Pfeffer, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Abhandl. der Math.-Phys. Kl. d. Kgl. Sächsischen Akad. d. Wissensch. Bd. XXXIV, Nr. 1, 1915 und R. Stoppel, Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von Phaseolus multiflorus von verschiedenen Außenfaktoren. Zeitschr. f. Botanik Bd. 8, S. 609, 1916.

[4]) Vgl. z. B. H. Sierp, Untersuchungen über die durch Licht und Dunkelheit hervorgerufenen Wachstumsreaktionen bei der Koleoptile von Avena sativa und ihr Zusammenhang mit den phototropischen Krümmungen. Zeitschr. f. Botanik Bd. 13, S. 113, 1921.

[5]) G. Karsten, Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. Zeitschr. f. Botanik Bd. 7, S. 1, 1915.

die aus den Knospen hervorkommen, den ganzen Sommer weiter, solange es die Gunst des Klimas gestattet.[8]) Bei der Buche und Eiche z. B. sehen wir nämlich, wie der etwa Mitte Mai anhebende Frühlingsschub bereits Ende Mai, spätestens Anfang Juni zu Ende ist, also mitten im besten Wetter die Zweigspitzen sich zur Ruhe begeben und in Knospenschuppen einschließen, ebenso wie die Kirsche, schon während sie blüht, die Knospen für das nächste Jahr ausbildet, innerhalb welcher dann etwa im Juli die zarten Blütenanlagen entstehen, das Hochzeitskleid, das bestimmt ist, den Baum im nächsten April zu schmücken.[7])

Ganz merkwürdig ist nun aber, daß nicht wenige Bäume unserer Wälder nach dem ersten Frühlingsschube noch einen zweiten, oft sogar noch einen dritten Schub im selben Sommer machen.[8]) So bricht z. B. an der Eiche ein Fünftel der einige Wochen vorher gebildeten Knospen von neuem auf, und die sommerlichdunkle Krone belebt sich durch neue helle Blattbüschel, die nach zwei Wochen ausgewachsen sind. Meist folgt dann im August noch ein dritter Schub, der ebenfalls nur auf einen Teil der Krone beschränkt ist, und zieht man die Eiche im Gewächshause, so pflegt die Zahl derartiger Schübe ganz regelmäßig vier zu betragen. Also alljährlich ein großer allgemeiner Hauptschub und eine Anzahl ihm folgender Teilschübe. Diese als „Johannistriebe" bezeichneten Neubildungen sind nun keineswegs, wie vielfach angenommen wird, etwas Absonderliches oder gar Pathologisches; sie gehören vielmehr durchaus in den normalen Entwicklungszyklus von Eiche, Buche und anderen Bäumen hinein. In anderen Fällen treten sie nur gelegentlich in Erscheinung. So sahen wir z. B. im vergangenen Jahre, das klimatisch von der Norm abwich, hier in Berlin im September die schon gänzlich entblätterten Roßkastanienbäume von neuem ausschlagen und sogar ein zweites Mal blühen, d. h. einen Teil der für den nächsten Frühling bestimmten Knospen schon vor dem Winter entfalten, und in dem heißen und trockenen Sommer 1911 konnte man ähnliches vielfach beobachten.

Auch die Tätigkeit der Wurzeln ist periodisch,[9]) die Periode ist aber wiederum bei einzelnen Arten auffällig verschieden voneinander. So nimmt z. B. die Tanne ihre Nährsalze hauptsächlich von Februar bis Mitte Mai, die Fichte dagegen erst von Mitte Mai bis Mitte Juli auf, beide nahe verwandten Bäume zeigen also im gleichen Klima einen verschiedenen Rhythmus dieser physiologisch so wichtigen Funktion.[10])

Ähnliche Zweifel an der direkten Wirkung des Klimas stoßen uns auf, wenn wir den Laubfall betrachten. Es zeigt sich nämlich auch hier, daß er keinesfalls eine einfache Folge der Kälte oder der Lichtabnahme sein kann. Zunächst einmal gibt es ja auch bei uns nicht wenige ausdauernde Gewächse, die den Winter über ihr Laub behalten, deren Blätter also eine über ein Jahr hinaus sich erstreckende Lebensdauer haben. Die Blätter der Stechpalme leben über zwei Jahre, die des Efeus und der Preißelbeere fast $2^1/_2$ und die Nadeln der Fichte gar bis 6 Jahre.[11]) Das Abwerfen solcher mehrjähriger Blätter geschieht auch durchaus nicht immer im Herbst, die Kiefer z. B. läßt den Hauptteil ihrer zum Abwurf bestimmten Nadeln im Frühling fallen. Auch die winterkahlen Pflanzen werden nicht unmittelbar durch den Frost genötigt, ihre Blätter abzuwerfen. Denn in der Regel werden schon lange vorher, im Sommer, am Blattstiel die Trennungsgewebe ausgebildet, durch die später der Blattwurf eingeleitet wird. Desgleichen vollziehen sich schon lange, bevor die Faust des Winters zupackt, im Blatte gewisse physiologische Vorgänge, die auf den Fall hindeuten. So wandern manche Stoffe, wie Phosphor-, Stickstoff-, Kaliverbindungen aus dem Blatte aus, der grüne Farbstoff in den Chloroplasten wird zerstört, während die gelben erhalten bleiben.[12])

Wenn nun auch, wie sich aus den soeben mitgeteilten Tatsachen ergibt, die Periodizität unserer Pflanzen gewiß nicht unmittelbar vom Rhythmus des Klimas verursacht wird, so könnte man sich doch vorstellen, daß sich der gegenwärtige Zustand zu einem wesentlichen Teil durch die äonenlange Einwirkung des Klimas auf den Pflanzenwuchs herausgebildet habe, indem sich dieser allmählich an jenes anpaßte. Dann müßte man erwarten, in solchen Ländern die kein ausgeprägt periodisches Klima besitzen, eine Vegetation ohne Rhythmus anzutreffen. Zwischen den Wendekreisen zu beiden Seiten des Äquators nun umzieht eine Zone, die sog. Tropenzone, die Erde, in welcher der starke Wechsel von Kälte und Wärme fehlt, und wenn auch in diesem Gürtel gewisse Schwankungen anderer Art, nämlich solche zwischen Trockenheit und Feuchtigkeit vorkommen können, so gibt es doch auch tropische Landstriche, wo selbst diese Schwankungen sich weit außerhalb der etwa dem Pflanzenwuchs gefährlichen Grenzen halten, und wo das ganze Jahr hindurch Tag für Tag dieselben idealen Bedingungen für das Gedeihen der Pflanzen herrschen. Solche, wie man sagt, „immerfeuchten" Tropengegenden, zu denen z. B. das westliche Java, gewisse Gebiete Kameruns gehören, gleichen

[6]) Vgl. M. Büsgen, Bau und Leben unserer Waldbäume. 2. Aufl. Jena 1917.

[7]) Askenasy, Äber die jährliche Periode der Knospen. Bot. Zeitg. 1877.

[8]) H. L. Späth, Der Johannistrieb. Berlin 1912.

[9]) M. Plaut, Über die morphologischen und mikroskopischen Merkmale der Periodizität der Wurzel usw. Festschr. z. Feier des 100jährigen Bestehens der Kgl. Württemb. Landwirtsch. Hochsch. Hohenheim. S. 129.

[10]) E. Ramann und H. Bauer, Trockensubstanz, Stickstoff und Mineralstoffe von Baumarten während einer Vegetationsperiode. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 50, S. 67, 1912.

[11]) Angaben bei Büsgen l. c. S. 218.

[12]) N. Swart, Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern. Jena 1914.

einem das ganze Jahr hindurch mit aller Kunst gleich warm, gleich hell und gleich feucht gehaltenen Treibhaus. Wenn irgendwo, so müssen wir hier Auskunft über unsere Frage nach dem Rhythmus erhalten. Sehen wir nun, welchen Anblick uns dort das Pflanzenleben bietet.

Auf den ersten Blick scheint es unseren Erwartungen zu entsprechen. Das ganze Jahr hindurch bedeckt die Erde ein Pflanzenkleid von erstaunlich gleichmäßiger Dichte und Üppigkeit, in dem des Blühens und Wachsens kein Ende ist. Dieser dauernde Rausch der grünen Farbe, dieser überwältigende Sieg der Vegetation übertäubt alle anderen Eindrücke. Sobald wir aber beginnen, durch längere Zeit hindurch die so ungeheuer mannigfaltigen Bäume zu beobachten, die die gründämmrigen Urwälder zusammensetzen, sehen wir zu unserer Überraschung, wie überall rhythmische Erscheinungen hervortreten, und daß die Zahl aperiodisch fortwachsender Pflanzen dagegen ganz geringfügig ist. Aber während bei uns die Rhythmik uniformiert ist, gewissermaßen unter einheitlichem Kommando exerziert, läuft dort alles wie ein führerloser Haufe durcheinander. Als physiognomisch bestimmend greifen wir wieder Treiben und Blattfall heraus.[18])

So gibt es viele Bäume dort, z. B. riesige Feigenbäume, Verwandte des Gummibaumes, bei denen oft binnen weniger Tage die gesamte Laubmasse in dichtem Fall zu Boden sinkt, so daß der Baum kahl aus der grünen Umgebung herausragt. So steht er einige Tage, dann treiben die Knospen aus und in zwei bis drei Wochen hat sich das riesige Blätterdach wieder völlig erneuert. Diese Vorgänge wiederholen sich periodisch, bei manchen Bäumen alle 5, bei manchen alle 4, ja bei anderen alle 2 Monate. Dann gibt es andere Bäume, bei denen die Rhythmik insofern weniger deutlich hervortritt, als der Schub nicht so plötzlich und explosiv erfolgt und auch der Blattfall sich über einen längeren Zeitraum ausdehnt und so das Ende des letzteren noch in den Anfang der Triebperiode hinübergreift. Solche Bäume sind dann immer grün, da sie nie kahl stehen, sind aber gleichwohl einem deutlichen periodischen Wachstum unterworfen. Bei anderen Bäumen kommt das immergrüne Kleid auf andere Weise zustande. In regelmäßigen Intervallen treibt immer ein Teil der Knospen aus. Da häufig solche mit außerordentlicher Geschwindigkeit herausstürzenden Triebe anfänglich samt ihren weißlich oder rötlich gefärbten Blättern schlaff herabhängen, so hat man eines Tages das wundervolle Schauspiel, daß sich in der dunkelgrünen Krone weiße oder rötliche Wimpel im Winde wiegen. Oft genug läßt sich nun feststellen, daß solche verschiedenen Perioden bei den Individuen ein und derselben Pflanzenart nicht etwa zu gleicher Zeit eintreten, vielmehr, trotzdem letztere nahe beieinander stehen, zu ganz verschiedenen Zeiten. So kann man nebeneinander Bäume derselber Art antreffen, von denen der eine ganz kahl, der andere voll belaubt ist. Die Individuen folgen also einem individuellen Rhythmus, der sich auch darin zeigt, daß z. B. oft die Stecklinge einer Pflanze dem gleichen Rhythmus gehorchen wie der Mutterstamm. Noch merkwürdiger ist, daß vielfach die Zweige eines und desselben Baumes nicht synchron arbeiten. Dann sieht man, wie einige Äste ganz kahl, andere mit reifem Laube geschmückt sind, wieder andere austreiben, und zieht man noch die in meinen Erörterungen zunächst ausgeschaltete Blührhythmik hinzu, so wird das Bild noch bunter. So blühen z. B. an dem berühmten tropischen Obstbaume, dem Mangobaume, nacheinander die einzelnen Hauptäste, und demgemäß sind auch die Früchte in verschiedenem Zustande der Entwicklung. Solche Bäume vereinen dann alle die Phasen der Entwicklung, die sich bei uns in den Jahreszeiten folgen. Ein wirklich gleichmäßiges Treiben derart, daß für jedes neugebildete Blatt ein altes abfällt und alle Blätter in ganz gleichmäßiger Folge entstehen, also jener Fall, den wir in jenen gesegneten Strichen als Regel erwarten sollten, ist ziemlich selten. Die Palmen z. B. wachsen recht gleichmäßig; die Kokospalme entwickelt jährlich etwa 12 Blätter und stößt dafür 12 ab. Kompliziert ist auch das Bild, das uns die Vegetation in solchen Tropenländern zeigt, wo ausgeprägte Trocken- und Regenzeiten vorkommen. Hier tritt meist, ganz ähnlich wie bei uns, auch in der Physiognomie der Landschaft eine deutliche Rhythmik hervor; aber sie wird auch hier ebensowenig durch den Wassermangel bzw. -überfluß eindeutig bestimmt, indem die dort wachsenden Pflanzen keineswegs alle in ihren Phasen übereinzustimmen brauchen, z. B. nicht alle der Regel folgen, in der Trockenzeit im blattlosen Zustand zu blühen und in der Regenzeit ihr Laub zu erneuern.

Wie würden sich nun in bezug auf ihre Rhythmik die Pflanzen verhalten, wenn wir sie aus ihrem heimatlichen Klima in ein anderes versetzen würden? wenn wir z. B. heimische Pflanzen in ein gleichmäßiges Tropenklima und tropische in das unserige verpflanzten? Nun, die letzteren würden, sofern es sich um ausdauernde Formen handelte, dem ersten Winter zum Raube fallen, und selbst wenn wir sie in einem Warmhaus der winterlichen Kälte entziehen würden, doch unter so verhältnismäßig abnormen Bedingungen wachsen, daß man nicht allzuviel daraus schließen kann. Immerhin wäre es ganz interessant, einmal festzustellen, wie sich etwa tropische Bäume mit genau bekannter heimischer Rhythmik in unseren großen Glashäusern verhalten würden, die ja immer in bezug auf das Licht und trotz aller

[18]) Vgl. hierzu G. Volkens, Laubfall und Lauberneuerung in den Tropen. Berlin 1912; S. Simon, Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik Bd. 54, S. 71, 1914; A. F. W. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. S. 260. Jena 1908.

Technik auch in bezug auf die Temperatur ein deutlich rhythmisiertes Klima aufweisen. Auch unsere einheimischen Pflanzen kann man durchaus nicht überall in die Tropen versetzen; in den heißen Niederungen wird der Versuch, namentlich wieder bei Holzgewächsen mit Sicherheit mißlingen. Dagegen halten sich viele Bäume im tropischen Gebirgsklima ganz gut und viele Jahre lang. So gibt es in Hakgalla auf Ceylon, 1800 m ü. M. eine Anpflanzung von Stieleichen, Pyramidenpappeln und Obstbäumen und am Massiv des Pangerango in Java in 1500 m Höhe eine ganze Menge Bäume aus Ländern mit Sommer-Winterklima. Auf dem Gipfel des Pangerango selber in 3000 m Höhe gedeiht gar eine Buche, die dorthin vor etwa 60 Jahren verpflanzt wurde. Alle diese künstlich angesiedelten Bäume zeigen im einzelnen ein verschiedenes Verhalten, stimmen jedoch darin überein, daß sie durchaus nicht aperiodisch wachsen. Sie sind zwar vielfach immergrün, ihre Äste treiben aber periodisch aus, oft ist sogar eine weitgehende Unabhängigkeit der Äste eingetreten, so daß an ein und demselben Exemplar alle Jahreszeiten vertreten sind.[14]) Pfirsichbäume, aus europäischem Saatgut auf der Insel Réunion erzogen, ließen gut erkennen, wie sich ganz allmählich die heimische Periode veränderte, sie warfen anfänglich noch jährlich das Laub einmal ganz ab, wurden aber, indem die Periode des gänzlichen Kahlstehens immer kürzer wurde, schließlich „immergrün".[15]) Damit ist aber natürlich nicht gesagt, daß sie wirklich aperiodisch geworden wären, d. h. wirklich gleichmäßig gewachsen wären. Wir können vielmehr aus anderen Erfahrungen mit den gleichen Bäumen mit Sicherheit vermuten, daß auch diese Pfirsichbäume noch ruckweise trieben. Immerhin zeigten sie, wie erst allmählich die inneren Dispositionen eine Verschiebung erfuhren, wie langsam die gewohnten Schwingungen in neue kompliziertere übergingen.

Aus diesen interessanten Beispielen geht soviel hervor, daß Bäume, die einem mit dem mörderischen Mittel des Frostes operierenden Klima entrückt wurden, allmählich frei neuen rhythmischen Dispositionen folgen, die aus dem Getriebe ihres Innenlebens hervorgehen, und daß sie dabei nach unseren Begriffen in die wunderlichste Unordnung geraten.

Sehr viel Aufschluß geben uns weiter die höchst interessanten Versuche, die Ruheperiode einheimischer Pflanzen experimentell zu beeinflussen, sie wo möglich zu brechen. Man hat Eichen jahrelang in Gewächshäusern kultiviert.[16]) Sie machten, wie ich dies schon vorher erwähnte, jährlich mehrere Schübe, trieben früher aus, behielten ihr Laub länger, wuchsen aber ruckweis, d. h. blieben ebenso periodisch wie vorher. Freilich ließ sich so der schwankende Lichtfaktor nicht konstant machen. Man hat deshalb zu starker künstlicher Beleuchtung gegriffen und Buchen nach Eintritt ihrer normalen herbstlichen Ruhe zu verschiedenen Zeiten einem solchen Dauerlicht ausgesetzt.[17]) Jetzt gelang es, ihre Knospen im September nach einem Lichtbade von 10 Tagen zum Austreiben zu veranlassen, im November beginnend, brauchte man dazu aber 38, im Dezember 26, Mitte Februar 14 und Anfang März nur 8 Tage. Es erfolgte in allen Fällen mithin das Austreiben früher, als es in der freien Natur draußen geschehen wäre. Aber der Reiz des Dauerlichtes war doch nicht zu allen Zeiten der Winterruhe gleich wirksam. Das stimmt gut mit den Ergebnissen jener Versuche am Flieder überein, die vor allem zur Klärung des Ruheproblems und überhaupt zu seiner exakten Formulierung beigetragen haben.[18]) Es handelte sich da um die für die gärtnerische Praxis wichtige Frage, den Flieder vorzeitig zum Treiben und Blühen zu bringen. Daß man dies etwa von Ende Dezember an dadurch erreichen kann, daß man die Zweige in die Wärme bringt, war bekannt. Man kann das auch bei anderen blühenden Zweigen im Spätwinter erreichen. Es ließ sich nun zeigen, daß man durch Anwendung eines besonderen Reizes das Austreiben sehr beschleunigen kann, nämlich durch Ätherdämpfe. Solche narkotisierten Zweige des Flieders ließen sich Ende August und Anfang September gut „frühtreiben", wie der Gärtner sagt. Desgleichen glückte dies von Ende November an mit zunehmender Sicherheit. Aber — und das war das Auffallende — im September und Oktober ließen sich die Zweige nicht durch den Ätherrausch aus ihrer Ruhe aufwecken. Auf Grund solcher Erfahrungen kann man nun den Begriff der Ruhe wesentlich schärfer fassen und die Gesamtheit der winterlichen Untätigkeit in zwei Abschnitte gliedern, nämlich in eine eigentliche Ruheperiode und eine Periode, die wir als „Starre" bezeichnen wollen, indem wir unter Ruhe einen Zustand verstehen, in welchem auch bei günstigen Außenbedingungen kein Wachstum erfolgt, unter Starre dagegen einen solchen, in welchem eine Pflanze trotz völliger innerer Bereitschaft durch einen ins Minimum getretenen äußeren Faktor, wie z. B. Wärme, Wasser am Treiben gewaltsam gehindert wird. In der Ruhe gleicht der Organismus einer Uhr, deren Werk durch einen Mangel gehemmt ist, und die nicht geht, auch wenn das Pendel angerührt wird, in der Starre einer Uhr, deren Werk gangbereit ist, aber noch auf das Anrühren

[14]) H. Dingler, Über Periodizität sommergrüner Bäume Mitteleuropas im Gebirgsklima Ceylons. Sitzungsber. d. Kgl. Bayerischen Ak. d. Wissensch. Math.-Physik. Kl. Jahrg. 1911, S. 217.

[15]) Edm. Bordage, À propos de l'heredite des caracteres acquis. Bull. scientif. de la France et de la Belgique 7. Serie, Bd. 54, 1910.

[16]) G. Berthold, Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation Bd. II. Leipzig 1904.

[17]) G. Klebs, Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abh. d. Heidelberger Ak. der Wissensch. Math.-naturw. Kl. 3. Abhandlung. 1914.

[18]) W. Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben. 2. Aufl. 1906.

des Pendels wartet. Nach dieser Definition ist der Flieder, und mit ihm sinngemäß andere bei uns ruhende Pflanzen in ähnlicher Weise, etwa von Ende Dezember an in Starre, vorher ruht er. Aber auch diese Ruhe ist nicht gleichmäßig tief, wie man bemerkt, wenn man durch starke Mittel versucht, sie zu stören. Zu Beginn der Ruhezeit hat man damit einen gewissen Erfolg, desgleichen dann, wenn sie sich dem Ende zuneigt. In der mittleren Zeit gelingt es aber auf keine Weise, die Hemmung im Uhrwerk des Stoffwechsels zu beseitigen. Wir müssen uns also vorstellen, daß sich gegen Ende der Wachstumsperiode mit zunehmender Stärke antagonistische Vorgänge entwickeln, die zum Stillstand des Wachsens führen, und sich auch darüber hinaus zu einer maximalen Höhe steigern, dann aber wieder ebenso allmählich abklingen. Später hat man noch eine große Zahl anderer Mittel kennen gelernt, durch welche die Ruhezeit verkürzt werden kann.[19]) Es gelingt, durch Warmwasserbehandlung, durch Verwundung, durch Injektion mit Wasser, durch Radiumbestrahlung, durch Sauerstoffentziehung, durch Azetylen, ja durch den Rauch des Holzfeuers die Prozesse, die während der Ruhe verlaufen, so zu beeinflussen, daß sie abgekürzt wird, ohne daß aber ihr Wellencharakter verwischt, oder gar die Ruhe ganz beseitigt wird. Auch starkes Dauerlicht gehört offenbar zu solchen Reizen, wie uns vorhin das Beispiel der künstlich beleuchteten Buche zeigte, deren Knospenruhe zu verschiedenen Zeiten sehr ungleich tief ist. Vielfach hat man auch einen Faktor für die allmähliche Herstellung der Triebbereitschaft während der Ruhe wirksam gefunden, der offenbar normal bei unseren Pflanzen eine Rolle spielt, nämlich die Abkühlung. Viele Pflanzen brauchen notwendig eine Abkühlung, um normal auszutreiben und fortzuwachsen. Bekannt ist, daß die Kartoffel im Herbst nicht sofort austreibt, auch wenn sie warm und feucht gehalten wird, daß sie dagegen zu vorzeitigem Keimen gebracht werden kann durch eine vorhergehende Abkühlung.[20]) Dementsprechend haben Eschen und Linden länger als ein Jahr in laublosem, untätigem Zustande verharrt, wenn sie nach Eintritt des Blattfalls ins Warmhaus verbracht, also der normalen Abkühlung entzogen wurden. Wurden sie jedoch zwischendurch genügend kräftig und lange abgekühlt, so wurde diese Ruhezeit ganz erheblich verkürzt.[21]) Ähnliches zeigt sich auch sehr hübsch bei den winterannuellen Gewächsen, wie beim Wintergetreide.[22]) Dieses entwickelt sich nämlich, wenn es im Frühjahr ausgesät wird, nicht normal. Trotz üppiger Bestockung gelangt es nicht zur Blüte. Das liegt aber nicht daran, daß die Zeit zur Vollendung seines Lebenszyklus zu kurz ist, sondern daran, daß es notwendig in seiner Jugend eines hinreichend kräftigen Abkühlungsreizes bedarf. Der ist beim Sommergetreide überflüssig. Auch zweijährige Gewächse, wie Kohl, Runkel- und andere Rüben, entwickeln sich nur dann zu normal blühenden Pflanzen, wenn sie am Ende ihrer ersten vegetativen Lebensperiode einer Kälteeinwirkung ausgesetzt werden.

Da wir eben vom Blühen sprachen, lassen sich hier einige Bemerkungen einschalten, die von allgemeinerem Interesse sind. Ich bin bisher auf diese eigentümliche Wachstums- und Bildungstätigkeit, trotzdem sie in einem besonders auffälligen Rhythmus verläuft, nicht eingegangen, um das Bild nicht zu verwirren. Die mehrjährigen Pflanzen bei uns blühen ja gewöhnlich jedes Jahr und zwar meist zur Zeit der Frühjahrstriebperiode, z. T. vor dem Laubschube, wie der Haselstrauch, der Herlitzenbaum, die Magnolien und Forsythien, die also alle in laublosem Zustande blühen, oder mit dem Laubschube, wie die Kirsche, oder am Ende des Frühjahrstriebes, wie die weiblichen Kätzchen der Birke, oder schließlich noch später, wie die prachtvoll blühende Katalpa, ein aus Ostasien stammender Baum unserer Anlagen, und die Waldrebe. Auch in den Tropen schmücken sich die Bäume periodisch mit ihrem Hochzeitskleide, entweder in ihrer ganzen Krone oder an einzelnen Ästen. In tropischen Ländern mit typischen Regenzeiten treten die Bäume häufig in den blühreifen Zustand gegen Ende der Trockenzeit, wenn sie noch kahl dastehen. Manche sind dann beladen mit brennendrotem Blütenschmuck und stehen gleich riesigen Hochzeitsfackeln in der Landschaft. Im ganzen spielen aber die Blüten durchaus nicht eine so bestimmende Rolle im tropischen Landschaftsbilde, wie bei uns z. B. im Frühjahr. Wenige Pflanzen blühen fortgesetzt, wie z. B. die Kokospalme, die mit lobenswerter Regelmäßigkeit ihre Blüten und Früchte entwickelt.

Also auch das Blühen ist an einen periodisch wiederkehrenden Zustand gebunden. Sehr merkwürdig ist es, daß diese Perioden länger als ein Jahr, unter Umständen Jahrzehnte lang sein können. So blühen gewisse Bäume des tropischen Asiens ziemlich regelmäßig alle 6 Jahre, und für eine Bambusart wird sogar angegeben, daß sie in einem etwa 32jährigen Turnus blüht.[23]) Solche lange Perioden gibt es bei uns nicht. Immerhin läßt sich bei uns Ähnliches beobachten, wenn die Üppigkeit des Blühens und Fruchtansatzes in Betracht gezogen wird. Bekannt ist ja, daß der Apfelbaum nicht alle Jahre gut trägt, im Unterschiede vom Kirschbaum, die Buchen streuen nur alle 5—8, die Eichen in noch längeren Intervallen

[19]) H. Molisch, Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena 1919; weitere Literatur bei F. Weber, Studien über die Ruheperiode der Holzgewächse. Sitzungsberichte d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Kl. Abt. I, 125. Bd., 5. u. 6. Heft, 1916.

[20]) H. Müller-Thurgau, Über Zuckeranhäufung in Pflanzenteilen infolge niederer Temperatur. Landwirtsch. Jahrb. Bd. 11, S. 818, 1882.

[21]) F. Weber a. a. O. S. 22.

[22]) G. Gaßner, Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. Zeitschr. f. Botanik Bd. 10, S. 417, 1918.

[23]) Vgl. Schimper (siehe Anm. 13) S. 270.

besonders reichen Segen aus und für Koniferen, Haselsträucher sind ebenfalls rhythmisch wiederkehrende Zeiten reichen Samenansatzes beobachtet, während Linden, Birken, Ahornbäume und Erlen alljährlich mit annähernd gleicher Kraft blühen und fruchten.[24]) Wenn auch alle diese Rhythmen nicht sehr regelmäßig sind und auch gewiß weitgehend durch klimatische Faktoren modifiziert werden können, so läßt sich doch auch hier kein Zusammenhang mit großen Witterungsschwingungen feststellen. Jedenfalls zeigen sie Schwankungen, die weit über die übliche Sommer-Winterperiodik hinausgreifen.

Wenn wir nun noch einen Blick auf den Verlauf des Längenwachstums irgendeines wachsenden Organs werfen, so bemerken wir wiederum, daß es durchaus nicht stetig verläuft. Selbst unter völlig gleichen Außenbedingungen zeigt ein junger wachsender Pflanzenteil in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten nicht die gleichen Zuwachsbeträge, vielmehr beginnt er in langsamem Tempo, steigert dieses immer mehr bis zu einer Höchstgeschwindigkeit, um es dann wieder bis zum völligen Stillstande zu verlangsamen. Das erste Scheidenblättchen des Hafers z. B. zeigt in aufeinander folgenden 12-Stunden-Intervallen bei gleichmäßiger Wärme und im Dunklen 4, 14, 22, 24, 13, 8, 1 mm Zuwachs.[25]) In diesem ganz allgemein charakteristischen Wachstumsverlauf offenbart sich das, was man als die „große Wachstumsperiode" bezeichnet. Innerhalb derselben treten noch kleinere Rhythmen hervor, die mit dem Wechsel von Tag und Nacht zusammenfallen. Doch sind diese Oszillationen, obwohl sie vom Tag-Nachtwechsel reguliert werden, doch gewiß nicht durch diesen unmittelbar hervorgerufen, denn sie dauern auch bei ganz gleichen Außenbedingungen fort. Steckrüben, die bei gleichmäßiger Wärme im Dunklen austreiben, zeigen die gleichen Schwankungen des Längenwachstums ihrer Triebe, wie die im Freien befindlichen, und das gleiche nahm man an Bohnenkeimlingen wahr.[26])

Das Tatsachenmaterial, das ich ausbreitete, hat, wie ich hoffe, die Vorstellung von der Rhythmik im Pflanzenleben soweit belebt, daß wir den Versuch machen können, einige theoretische Erörterungen anzustellen. Die Frage lautet: ist der rhythmische Wechsel von Treiben und Ruhe eine Folge gleichlaufender äußerer Rhythmen, oder liegt die Periodizität im Wesen der Lebensvorgänge selber begründet? oder, um in der Sprache der Pflanzenphysiologie zu sprechen: ist sie induziert oder autonom? Diese Frage hat in der letzten Zeit einen sehr lebhaften Streit der Meinungen entfesselt. Sie ist auch nicht von der Art, daß eine wirklich überzeugende und einfache Antwort möglich wäre. Vielmehr hängt ihre Beantwortung ebenso wie bei ähnlichen grundsätzlichen biologischen Fragen ganz und gar von der prinzipiellen Einstellung ab, die den einzelnen Forscher bei der Beurteilung von Lebensvorgängen überhaupt bestimmt. Diese kommen, soviel ist allgemein zugestanden, zuwege durch das Reagieren innerer, d. h. mit der vererbten Struktur gegebener und somit im spezifischen Bau des Lebensträgers, des Protoplasmas begründeter und schwer weiter analysierbarer Faktoren auf äußere Faktoren, Chemikalien und Physikalien. Keine Lebenserscheinung kann allein durch das eine oder das andere hervorgerufen werden. Laufen nun Vorgänge in einem lebenden System auch bei experimentell hergestellter Konstanz der äußeren Faktoren ab, so bezeichnet man solche als autonome, eigengesetzliche, antwortet aber die Pflanze auf eine bestimmbare äußere Veränderung bei Konstanz der übrigen Bedingungen mit einer bestimmten Lebensäußerung, so nennen wir diese eine „induzierte". Die einen haben nun die Neigung, die Innenbedingungen als das wesentliche, den festen Pol anzusehen, und schreiben den Außenfaktoren nur eine bescheidene Rolle als Modifikatoren zu, die anderen, tief beeindruckt von gewissen Erfolgen der Experimentierkunst, heften den Blick auf die Wirksamkeit der Umweltfaktoren und meinen, es liege nur an der Unvollkommenheit unserer Erfahrungen und unserer Methodik, wenn so manches nicht auf die Wirkung äußerer Veranlassung zurückgeführt werden könne. Im Prinzip müsse das möglich sein, und solche Naturen spielen wohl gar mit dem Homunculusproblem und träumen, es könne eines Tages gelingen, das Leben aus seinen Bedingungen künstlich zusammenzusetzen, wenn man nur erst diese Bedingungen kennen gelernt hätte. Den einen ist die lebendige Substanz ein bei aller Schmiegsamkeit im einzelnen doch starres unzugängliches Phänomen, das sich in einer grundsätzlichen Vereinzelung gegenüber allen anderen Phänomenen befindet, die uns in der Natur umgeben, ein Geheimnis, ein Rätsel, ungelöst und unlösbar. Dem anderen ist der Lebensstoff ein weiches Wachs, aus dem die Umwelt knetet, was sie will und der Experimentator sich zu kneten vermißt, was man von ihm verlange. Auch im Periodizitätsproblem stehen sich diese verschiedenen Auffassungen gegenüber. Die eine Seite meint, die Schwankungen der Lebenstätigkeit gehen Schwankungen äußerer Bedingungen parallel, wenn wir auch diese Parallelität noch nicht überall durchschauen,[27]) die Gegenseite versichert, der Rhythmus müsse primär in der Eigenart des Ablaufs des lebendigen Ge-

[24]) Vgl. Büsgen (s. Anm. 6) S. 297.

[25]) Sierp, s. Anm. 4.

[26]) J. Baranetzky, Die tägliche Periodizität im Längenwachstum des Stengel. Mémoires de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg. 7. Serie, Bd. 27, Nr. 2, 1879; E. Godlewski, Über die tägliche Periodizität des Längenwachstums. Anzeiger der Akad. d. Wissensch. in Krakau. 1889.

[27]) So Klebs in zahlreichen Publikationen. Vgl. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Zentralbl. Bd. 37, S. 373, 1917.

schehens begründet liegen, die Umwelt könne ihn höchstens modifizieren. Eine wirkliche Einigung ist schwer möglich, aber — und das ist wieder erfreulich —, jene so gegensätzlichen Einstellungen ergänzen sich in ihren Wirkungen vortrefflich. Der frisch zupackende Rationalist bringt manchen neuen Zug, manche neue Tatsache bei, an deren Aufsuchung und Auffindung den idealistischen Forscher die leicht resignierte Färbung seiner philosophischen Gesamtauffassung hindert, wie ihn diese andererseits besser befähigt, die Dinge in ihrer Tiefe und in ihrem Zusammenhange zu erfassen und dadurch die Probleme vor materialistischer Verflachung zu bewahren. So ist auch hier durch rege experimentelle Untersuchung manches als von außen beeinflußbar nachgewiesen, manche wichtige und interessante Einzelheit gefördert worden, ohne daß diese allein die Frage zu entscheiden vermocht hätte.

Überblicken wir die verschiedenen Tatsachen, die wir kennen lernten, namentlich das so merkwürdige Verhalten der tropischen Pflanzen, so weisen alle gleichsinnig auf eine starke innere Komponente hin. Man kann sich das Nebeneinandervorkommen so vieler individueller, subindividueller und spezifischer Rhythmen in demselben, so außerordentlich gleichmäßigen Klima kaum anders vorstellen, als daß sie auf dem Grunde starker innerer Periodizitäten zustande kommen, und daß unsere heimische, vertraute Vegetationsrhythmik nur einen speziellen Fall darstellt, dem das stark periodische Klima seinen Stempel aufprägte.

Wie nun aber diese starke für die Pflanzen charakteristische innere Periodik etwa noch weiter analysierbar ist, das ist eine sehr schwierige Frage, die uns sofort tief in das Getriebe des lebendigen Stoffwechsels hineinführt. Ein buntes Getriebe, in welchem sehr verschiedene Teilprozesse verlaufen, die nicht alle an die Oberfläche des Sicht- oder Faßbaren emportauchen. Das Wasser durchströmt den Körper und läßt seine anorganischen Bestandteile in der Pflanze zurück, in den grünen Teilen werden am Lichte Kohlenhydrate gebildet, aus beiden Quellen schöpft die Pflanze das Material für ihre komplizierten Synthesen, sie spaltet die Stoffe wieder durch Enzyme, um aus den Teilstücken wieder anderes aufzubauen oder sie als Abfälle liegen zu lassen. Und dabei wächst sie dauernd.

Das ist eine besonders merkwürdige Eigentümlichkeit der Pflanze. Sie wächst, solange sie lebt, Leben ist bei ihr im Gegensatz zum Tier untrennbar mit Wachsen verknüpft, d. h. mit dauernder Zellteilung und Vermehrung des jungen embryonalen Plasmas. Ein, wenigstens über längere Zeiträume sich erstreckendes Leben ohne Wachsen, scheint es bei der Pflanze überhaupt nicht zu geben. Sie baut dauernd an, während das Tier sich zeitlebens mit seinem Haus begnügt, nachdem es fertig geworden ist. Theoretisch wäre nun wohl denkbar, daß alle die zahllosen Einzelvorgänge, die im lebenden Plasma verlaufen, so genau aufeinander abgestimmt sind, daß ein ganz stetiges Fortwachsen resultierte, das Ausmaß der Assimilation und der Atmung, der Wasseraufsaugung und der Transpiration, der Synthesen und der Spaltungen, der Speicherung und des Verbrauches in jedem Zeitdifferential streng unter dem Kommando der meristematischen Zonen stünde. Aber wahrscheinlich ist diese Art wohl nicht, viel plausibler erscheint es, daß ein nacheinander naturgemäßer und vernünftiger wäre, als dies nebeneinander, so wie wohl niemand, den das Schicksal mit der Verwaltung von fünf Ämtern bedacht hat, gleichmäßig an allen arbeitet, sondern sich auf eine Periodizität einrichten muß. So werden auch im Haushalte der Pflanze bald diese, dann wieder andere Funktionen in den Vordergrund treten. Eine ist ja auf alle Fälle überall auf der Erde periodisch, das ist die Assimilation, wodurch auch in den Tropen ein 12-Stunden-Rhythmus zum mindesten für diese Funktion gegeben sein würde. Es ist nun gut vorstellbar, daß solche aus der Einteilung des physiologischen Innengetriebes entspringende Periodik sich schließlich, leicht sichtbar, in den Wachstumsrhythmen zeigt und so bei den Organismen besonders hervortritt, deren auffälligste Eigentümlichkeit eben in dem lebenslänglichen Wachstum besteht.

Dazu kommt noch eine zweite, mit dieser zusammenhängende Eigentümlichkeit, das ist nämlich die räumliche Verteilung des Wachstums auf zahlreiche begrenzte Stellen, wodurch der kolonieartige Charakter des Pflanzenindividuums bedingt wird. Wenn auch auf einem Stamme sitzend und von einem Wurzelsystem mit Wasser versorgt, arbeiten doch alle die zahllosen Zweigenden räumlich weit getrennt voneinander und sind relativ selbständig, wie sie es ja auch absolut werden können, wenn sie als Stecklinge abgetrennt werden. Daß auch durch diesen eigenartigen Komplex von relativer Eigenwirtschaft und von gegenseitiger Verknüpfung der Astsysteme ein Gesamtkontinuum erschwert und Periodik begünstigt wird, ist ebenfalls gut vorstellbar. In den Tropen sehen wir ja in der Tat, wie die einzelnen Äste auseinanderarbeiten, und die Neigung ist auch bei unseren Bäumen vorhanden, ja wir müßten uns eigentlich wundern, daß sie es nicht noch viel mehr tun, wenn wir nicht wüßten, wie unbarmherzig die Schere des Winters jede eigensinnige Knospe erfaßt.

Und schließlich gibt es noch eine dritte, abermals mit dem dauernden Wachstum der Pflanze in Verbindung stehende Eigenheit der pflanzlichen Organisation, das ist nämlich die ganz auffällige Kurzlebigkeit der Zellen, die sich nicht mehr teilen, d. h. also der fertigen Körperzellen. Alle sich von den Meristemen, d. h. den dauernd embryonal bleibenden Komplexen abzweigenden, die An- und Umbauten des Pflanzenkörpers zusammensetzenden, sog.

„Dauerzellen" verdienen diesen Namen insofern nur in sehr beschränktem Sinne, als sie in Wahrheit nur eine überraschend kurze Zeit am Leben bleiben. Die Protoplasten sterben bald, und nur ihre festen Zellgehäuse dauern. So leben immer nur die Meristeme der Enden und die Kambiummantelschichten innerhalb der Zweige, Stämme und Wurzeln, sowie die Gewebe in ihrer Nachbarschaft, die vor nicht allzu langer Zeit aus jenen hervorgingen, alles andere ist tot und vermehrt entweder das starre leblose Gerüst im Innern oder wird als nutzloser Ballast in Gestalt von Borken und Blättern abgestoßen. Diese Abstoßung ist schlechthin eine Notwendigkeit, die sich aus der lebenslänglichen Wachstumstätigkeit und der geringen Lebensdauer der nicht mehr teilungstätigen Zellen ergibt. Das Tier ist demgegenüber ganz anders organisiert, Kambien und Vegetationspunkte fehlen ihm, es wächst auch im allgemeinen nur während seines ersten Entwicklungsstadiums; ist dies beendet, so finden Neubildungen nur in sehr beschränktem Umfange statt. Dafür haben aber seine Körperzellen wohl allgemein ein langes Leben; wenigstens weiß man z. B. von den Nervenzellen, daß sie ebenso alt werden, wie das Individuum selber.[28]) So fehlt auch eine Abscheidung toten Gewebes in dem Umfange, wie er für die Pflanze notwendig ist, ganz. Wieder können wir vermuten, daß in dieser dauernd notwendigen Abstoßung lebloser Teile eine Komplikation des pflanzlichen Stoffwechsels liegt, die sich leicht zu einem die Rhythmik begünstigenden Moment ausbildet, das das Tier nicht kennt. Gleichwohl zeigt auch das Tier sehr auffallende kleinere und größere Rhythmen. Rhythmische Nahrungsaufnahme, rhythmische Ausscheidung von Stoffwechselendprodukten, Brunstperioden, Schlaf und Wachen sind bekannt genug, und der Winterschlaf vieler Tiere erinnert ja sehr an das Verhalten ausdauernder Pflanzen in unserem Klima. Ob auch im pflanzlichen Stoffwechsel Ermüdungsstoffe vorkommen, wie sie im tierischen nachgewiesen wurden, weiß man nicht. Sollten sich solche finden, so hätten wir eine schöne Einzelheit entdeckt, ohne damit die Rhythmik selber erklärt zu haben. Denn in der Anhäufung wachstumshemmender Produkte während des Wachsens, in der damit sich allmählich steigernden Hemmung des letzteren und Überführung in die Ruhe, sowie in der nachfolgenden Beseitigung der Ermüdungsstoffe käme ja selbst wieder ein rhythmischer Vorgang zum Ausdruck, der zur Erklärung auffordert.

Zum Schluß möchte ich noch dem reizvollen Gedanken nachgehen, wie in unserem Klima sich die Pflanzen mit ihren Rhythmen, die, wie wir glauben möchten, eng mit inneren Eigenheiten des Lebensablaufes zusammenhängen, in den Hauptklimarhythmus einfügen. In einem ganz gleichmäßigen Klima, wo keiner der Außenfaktoren zu irgendeiner Zeit auffallend ins Minimum tritt, leben sich die Pflanzen schrankenlos aus ohne gemeinsame Uniformierung ihrer Rhythmen. In unserem Klima jedoch wo ein Teil des Jahres das Pflanzenwachstum unmöglich macht, ja das Leben der Pflanze bedroht, können offenbar nur solche Pflanzen existieren, deren Rhythmus nicht in Widerspruch mit dem klimatischen gerät, die außerdem frostbeständig sind und schließlich, gleich der aufgezogenen, aber nicht angerührten Uhr, einen längeren erzwungenen Starrezustand überstehen können. Unsere Pflanzen können sich nun ganz verschieden in den Klimarhythmus harmonisch einordnen. Die kurzlebigen, einjährigen, besser einsömmrigen Pflanzen durchlaufen ihren Lebenszyklus rasch ein oder gar mehrere Male und überdauern den Winter mit Samen, eine Rhythmik der ganzen Generationen! Die zweijährigen Pflanzen teilen ihr Dasein in zwei Hälften, wachsen vegetativ im ersten Sommer, überdauern mit unterirdischen oder bodennahen Teilen den Winter und enden im zweiten Sommer mit der Blüte. Auch die winterannuellen Pflanzen, wie das Wintergetreide, fügen sich hübsch mit ihren besonderen Fähigkeiten in den klimatischen Rhythmus ein. Das Wintergetreide keimt nach besonders kurzer Samenruhe schon im Herbst, übersteht, da es frostbeständig ist, die erzwungene Starre im Winter und gewinnt durch den Kältereiz die Fähigkeit, im nächsten Sommer zu reifen. Das Sommergetreide dagegen, an rascher Keimung durch längere Samenruhe gehindert, keimt erst im Frühjahr, entgeht dadurch, frostempfindlich wie es ist, der Winterkälte, braucht sie aber auch nicht, da es ohne Kältereiz seinen Lebensgang normal beenden kann. Beide Pflanzen entsprechen vortrefflich unserem Klima. Alle die anderen Pflanzen, die perennierenden, müssen ihre Rhythmen so einrichten, daß sie nicht mit dem Klima in Widerspruch geraten. Frosthart überstehen sie den Winter, in den sie gleichzeitig eine Hauptruheperiode verlegen. Im Sommer könnten sie mehrere Triebperioden haben, wenn die letzte vor dem Winter sicher zu Ende geht. In Wahrheit ist das aber nicht verwirklicht bei uns. Nur die Johannistriebe schieben sich, aber nur als partielle Unterrhythmen, ein. Offenbar sind zwei volle Triebperioden mit dazwischen eingeschalteter Ruhe zu lang. Nur ausnahmsweise kommt etwas Ähnliches zustande, wie voriges Jahr bei den vorhin erwähnten Kastanienbäumen. Das ungewöhnlich zeitige Frühjahr ließ sie ihr Laub rasch entwickeln. Kam dadurch schon der Frühjahrsschub ungewöhnlich alt in den Sommer, so beschleunigte dessen außerordentliche Dürre seinen Abschluß, die völlige Ruhe setzte sehr zeitig ein, so daß sie wenigstens teilweise im Herbst so weit abgeklungen war, daß sein warmes und feuchtes Wetter das neue Austreiben erlaubte. Hier zeigte sich, wie das Klima modifizierend eingreifen kann.

[28]) E. Korschelt, Lebensdauer, Alter und Tod. Beitr. zur Pathol. Anatomie usw. Bd. 63, 1917. S 81 des Sonderdruckes.

Würde irgendeine Pflanze spontan anderen Rhythmen folgen, so würde sie unbarmherzig von dem gestrengen Winter ausgemerzt werden. Es hält sich in einem bestimmten Klima immer nur das, was ihm angepaßt ist, wobei wir die Frage ganz unerörtert lassen, wie diese Anpassung zustande kam. Demgemäß können sich auch Pflanzen in neuen Gegenden ansiedeln, bzw. angesiedelt werden, wenn ihre rhythmischen Eigenschaften den dort waltenden klimatischen Perioden nicht widersprechen. Man sieht es an der Kartoffel, die wenigstens dann, wenn sie Winters vor der Kälte geschützt wird, bei uns existenzfähig ist, man sieht es auch an den Charakterpflanzen der süditalienischen Landschaft, den Agaven und Kaktusfeigen, die obwohl aus Mexiko stammend, sich in das mediterrane Klima einfügen konnten, während das z. B. der Sojabohne bei uns nicht recht gelingen will.

Solche Überlegungen tun dar, welche Bedeutung das Problem des Rhythmus auch für die geschichtliche Entwicklung der Pflanzendecke hat, für Wanderungen und Siedlungen von Pflanzen. So kann man z. B. wahrscheinlich machen,[29]) daß das Schneeglöckchen mit seiner ganz eigentümlichen Rhythmik, pflanzengeschichtlich aus dem Mittelmeergebiet stammt. Ende Mai bereits ist es von der Erdoberfläche verschwunden, nachdem es schon Mitte Februar erschienen ist, seine Zwiebel verschläft also 8—9 Monate des Jahres. Doch ist diese Periode nur etwa bis Anfang Oktober ein wirklicher Schlaf, später eine Starre. Denn es treibt zu dieser Zeit sofort, wenn es in die Wärme gebracht wird, wie es auch sofort im Frühling bei der ersten Wärme hervorkommt. Das deutet auf eine Heimat mit hoch- und spätsommerlicher Trockenzeit und mildem Winter, wie sie das Mittelmeergebiet darstellt. Tatsächlich ist hier die Sippschaft des Schneeglöckchens weit verbreitet und eingesessen. Die Maiblume dagegen schließt sich ganz an den heimischen Klimarhythmus an. Sie treibt im April, dauert mit den Blättern bis zu Ende August und ruht dann, und zwar wirklich, denn sie läßt sich jetzt im warmen Zimmer nicht erwecken. Dementsprechend ist auch die ganze Sippschaft außerhalb des Mittelmeergebietes, von Mitteleuropa durch den entsprechenden Gürtel Asiens hindurch verbreitet. Der Waldmeister schließlich ruht bei uns gezwungen, für ihn ist der ganze Winter eine Zeit der Starre, die zu jeder Zeit sofort durch Erwärmung gehoben wird. Er entbehrt ganz einer größeren Rhythmik, hält sich aber wegen seiner Frostbeständigkeit und Fähigkeit lange Starrezeiten zu überdauern. Anderenfalls müßte er mit dieser aperiodischen Veranlagung sofort verschwinden. Es ist nun auffallend, daß des Waldmeisters Sippschaft ganz überwiegend in den Tropen beheimatet ist. Er ist also vielleicht ein kleiner Pionier, der sich keck ins periodische Klima vorwagte. Ja selbst von unserer Eiche ist vermutet worden, daß sie nicht dem allerältesten Uradel der mitteleuropäischen Pflanzengesellschaft angehört.[30]) Sie ist augenscheinlich nicht ganz gut unserem Klima angepaßt. Sie treibt spät, hat ausgeprägte Zwischenschübe, viele Individuen werfen ihre Blätter nicht beizeiten ab, sondern lassen sich vom Frost überraschen, behalten dann oft die ganze trockene Belaubung, bis sie kurz vor dem Frühjahrstrieb abfällt. Auch die Verwandten der Eiche sind alle in einem entschieden weniger stark periodischen Klima ansässig als es das unsrige ist.

[29]) L. Diels; Das Verhältnis von Rhythmik und Verbreitung bei den Perennen des europäischen Sommerwaldes. Ber. d. deutsch. Botan. Gesellsch. Bd. 36, S. 337, 1918.

[30]) W. Magnus, Der physiologische Atavismus unserer Eichen und Buchen. Biolog. Zentralbl. Bd. 33, 1913.

Sollen wir die Goldwäscherei am Oberrhein wieder aufnehmen?

Von Dr. **I. L. Wilser**,
Privatdozent für Geologie an der Universität Freiburg i. B.

[Nachdruck verboten.]

Heute, da mehr denn je alle Bodenschätze ausgenützt werden, begegnet dem Geologen häufig die Frage, ob die früher an den Rheingestaden zwischen der Schweiz und dem rheinischen Schiefergebirge so blühende Goldwäscherei nicht wieder aufgenommen werden könnte. Gold ist das einzige Metall, dessen Wert unabhängig von Angebot und Nachfrage bleibt, also beständig ist. Vermöchten wir dieses Edelmetall in reicherem Maße im eigenen Lande zu beschaffen, würde es wohl in den nächsten Jahrzehnten mit den Reparationsleistungen über die Grenze nach Westen verschwinden, aber es entledigte uns mit der Zeit von unseren „Goldverpflichtungen"; wir würden wieder frei.

Im Jahre 1910 betrug der Goldverbrauch Deutschlands etwa 210 Mill. Mark; heute kommen dazu die in Gold zu entrichtenden Zwangsleistungen und die Ergänzung unserer verausgabten Bestände an Gold und Goldeswerten, so daß wir nunmehr über das zwölffache vom Frieden jährlich nötig haben. Vom Bedarf 1910 wurden einundzwanzig Zweiundzwanzigstel durch Einfuhr von Feingold u. dgl. aus Großbritannien, Rußland, Transvaal usw. gedeckt, nahezu ein Zweiundzwanzigstel durch Einfuhr von Golderz aus Siebenbürgen, Nordamerika und Australien, während nur ein verschwindend kleiner Restteil aus deutschen Vorkommen gewonnen werden konnte.

In der Natur findet sich das Gold entweder in Gängen und Lagern fest im Gestein verwachsen (als Einsprengung z. B. in Quarz, Schwefelkies u. a.)

als „Berggold", oder aus diesem durch Wasser aufgearbeitet und verfrachtet lose in Schuttaufhäufungen, in sog. Seifen als „Waschgold". Alte und junge Flußschotter sind die gebräuchlichsten Lagerstätten. Von diesen ausgehend hat man erst verhältnismäßig spät die Ursprungsplätze in den Gebirgen gefunden. Die bedeutendste einheimische, seit uralten Zeiten betriebene goldliefernde Lagerstätte ist die von Reichenstein i. Schl., die heute Gold aber nur als Nebenprodukt bei der Arsengewinnung aus Arsen- und Arsenikalkies abwirft. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Altenberg, ebenfalls in Schlesien, wo die goldführenden Gänge ihres Kupfer-Blei-Pyrit- und Arsengehaltes wegen abgebaut werden können. Andere mit Gewinn ausbeutbare Berggoldvorkommen kennen wir bisher in Deutschland nicht, und es besteht wenig Aussicht, solche aufzufinden. In welchem Maße die Bergbetriebe von Neubulach bei Calw im württembergischen Schwarzwald, das goldhaltige Grünbleierze fördert, und die des Fichtelgebirges in der Bayreuther Gegend wirtschaftlich zu gestalten sind, bleibt abzuwarten.

Nicht aussichtsreicher sind die Möglichkeiten, in Deutschland aus Seifen durch Waschen Gold zu beschaffen. Wohl wurde aus Sanden von Bächen und Flüssen früher an viel mehr Stellen, als wir heute ahnen, das Edelmetall gewaschen, aber es standen eben Zeit und Lohn in geringerem Werte, und die Überschwemmung mit Goldmengen aus anderen Erdteilen war noch nicht möglich oder fühlbar. Rhein, Isar, Elbe, Eder im Waldeckschen, Schwarza im östlichen Thüringerwald, schlesische Bäche und neuerdings der Nordwestrand der Eifel sind vor allem viel genannt worden. Von manchen anderen Stellen ist uns der „Reichtum" nur des Lokalnamens wegen noch in Erinnerung.[1] [2] [3]

[1]) Deecke machte 1906 darauf aufmerksam, daß Flüsse, die schon im Altertum als goldführend bekannt waren, ähnlich heißen, so die elsässische Thur, die Dora Baltea, der Duero, der thrac. Hebro u. a. m.

[2]) Sämtliche bis 1904 bekannt gewordenen Goldfundorte sind aufgezählt bei C. Hintze, Handbuch der Mineralogie. I. Bd., S. 244 ff.

[3]) Die bekanntesten deutschen, aber nicht betriebenen

a) Berggoldvorkommen (auf Gängen oder Lagern im festen Gebirge, eingesprengt meist in Quarz, Schwefelkies und andere Sulfide),
Hohenstein, zwischen Chemnitz und Glauchau,
Reichmannsdorf und Steinheide im Thüringer Wald,
Tilkerode, Rammelsberg u. a. am Harz,
Eisenberg b. Korbach (Waldeck).

b) Waschgoldvorkommen (durch Wasser zusammengeschwemmt, lose meist in Sanden und Kiesen), (im Hinterland Berggold)
Rhein,
Isar, Ammer, Inn, Salzach, Donau,
Wasserläufe am Nordfuß des Riesengebirges zwischen Bunzlau-Löwenberg-Goldberg-Nikolstadt,
Wasserläufe am Nordfuß des Erzgebirges,
Schwarza i. Thür. Wald, damit Saale und Elbe,
Würmer, Mombekke und Eder i. Waldeckschen
im grobkörnigen Stubensandstein der oberen Keuperformation bei Maulbronn und im Filstal in Württemberg.

Am längsten und ausgiebigsten bestand wohl am Rhein zwischen Basel und Mainz die Übung Gold aus Sanden zu waschen. Wahrscheinlich haben die Kelten das Geschäft schon betrieben; im Mittelalter war es bei den Franken in großer Blüte[1]) ebenso im Badischen um die Mitte des letzten Jahrhunderts, und noch heute leben an den Rheingestaden Leute, die in ihrer Jugend dieser Arbeit nachgegangen sind. Seit etwa der letzten Jahrhundertwende ist sie aber restlos eingestellt, denn Ertrag warf sie nicht mehr ab, zuletzt im Mittel einen Tagelohn von etwa $2^1/_2$ M. Es verlegte sich daher auf das Goldwaschen im allgemeinen nur, wer nichts besseres zu tun hatte, ebenso wie der Bauer oder seine Familie dieser Arbeit nachging, wenn Fischerei, Feld und Wald der Hände nicht bedurften, oder wenn besonders günstige Verhältnisse lockten. Um einigen Vorteil wenigstens zu haben, wartete man meist die Beihilfe der Natur ab, die durch Hochwasser reichere „Goldgründe" ansammelte oder bloßlegte.

Das Gold findet sich in den kiesig-sandigen Aufschüttungen des Rheintales als feinste messinggelbe rundliche Plättchen von etwa 0,5 zu 0,7 mm, höchstens 1 mm Größe und etwa 0,1 mm Dicke, also in Flitterchen, die etwa 0,05 mgr wiegen, deren somit 20000 aufs Gramm gehen. Unterhalb Basel sind sie eine Spur größer, gegen Mannheim zu kleiner. „Die reichsten Goldgründe liegen zwischen Kehl und Dachslanden, namentlich beim Dorfe Helmlingen" (Leonhard a. unten a. O.).

Dem spezifischen Gewicht nach steht Gold ziemlich hoch, ist etwa 7 mal schwerer als Sand und etwa 4 mal schwerer als Zirkon- und Eisenteilchen, die in den Rheinsanden häufig sind. Tritt irgendwo Verlangsamung der Strömung und damit Verringerung der Transportkraft ein, so müssen diese schweren Teilchen schnell zu Boden sinken und sich anreichern, während andere, leichtere noch fortgetrieben werden. Ähnlich sammeln sich die schwereren Partikelchen, wenn die Strömung anschwillt und das Leichtere vom Grund und vom Ufer wegspült. So kommt es, daß sich in stilleren Buchten, z. B. an Abzweigungen von Altrheinarmen, Ansammlungen schweren gold- und eisenhaltigen Sandes absetzen, oder daß bei Mittel- und Hochwasser das Schwermetall an den

Bemühungen, das Gold aus dem Meerwasser zu gewinnen, führten bisher zu keinem wirtschaftlich verwertbaren Erfolge. Man nimmt im allgemeinen 0,0044 g Gold in 1000 kg Meerwasser an. Die Verteilung soll unregelmäßig sein.

[1]) Gothein schreibt in „Wirtschaftsgeschichte des Schwarzwaldes": „An der Grenze des Schwäbischen und Fränkischen Stammes hatte die Goldwäscherei ihren Hauptsitz und hier hat sie auch ihre erste (deutsche) literarische Erwähnung gefunden", im Evangelienbuch des Otfried von Weißenburg etwa 868. Zweifellos gründet sich der Rheingoldmythus auf diesen Edelmetallgehalt der Rheinsande. Die Edda spricht von „Breisacher Gold". Zu Cäsars Zeiten wanderte viel Gold vom Rhein nach Rom, das damals erst statt der Kupfer- die Goldwährung einführte, wie Neumann in seinem Aufsatz „Goldwäscherei am Rhein" angibt (vgl. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, 51. Bd., Berlin 1903).

alten Plätzen liegen bleibt, während leichtere Teilchen fortgeschwemmt werden. Es ist ganz offenbar nicht die Neuzufuhr, sondern nur die oft wiederholte lokale Umlagerung bzw. Auswaschung des Untergrundes das Ausschlaggebende für die Goldsandbildung. Die Niederterrasse ist also als der wesentliche Edelmetallträger anzusehen. Daß auch die Hochterrasse bis an die randlichen Gebirge hinan Gold enthält, beweisen einige auf dieser gelegene, früher ebenfalls Gold fördernde Ortschaften.

G. Leonhard berichtet 1854 in „Beiträgen zur mineralog. und geognost. Kenntnis des Großherzogtums Baden“: „Goldgründe bilden sich gewöhnlich an Punkten, wo der Fluß die Ufer oder Inseln weggeschwemmt hat. Der fortgeschwemmte Sand setzt sich dann in einiger Entfernung wieder als Sandbank ab, deren der Strömung zugekehrter Teil das meiste Metall enthält. Der reichere Sand liegt gewöhnlich zwischen größeren Geschieben und in geringer Tiefe. Nach jeder Flut pflegt man die Goldgründe auszubeuten; dieselben zeigen sich um so reicher, je langsamer sich das Wasser zurückzieht.“ Ähnlich schrieb A. Daubrée 1854 (nach Leonhard): „Die gewöhnlich reichsten Goldgründe liegen etwas talwärts von Ufern oder Inseln, die der Strom abwäscht, fast immer zwischen gröberem Geschiebe; dann an einigen anderen Stellen, wo sie durch Fortwaschung des feineren und leichteren Sandes sich als reicherer Rückstand anhäufen konnten. Es kommt aber in geringerer Menge auch außerhalb des jetzigen Rheinbettes vor.“

Es ergibt sich hieraus ganz klar, daß die Korrektion der Rheinufer, die das Gestade festlegt und die Abflußgeschwindigkeit vergrößert, die Goldgrundbildung verhindert. Der Rhein „ost“ nicht mehr, wie die Anlieger im Oberland sagen.

Schon 1833 hatte C. F. Hänle in Buchners Repert. d. Pharmaz. 1833, XLV. Bd., S. 467—468 mitgeteilt: „Dieser Goldsand ist nicht erst neuerlich angeschwemmt; er bildet bei Lahr (und so in der ganzen Rheinebene) eine zusammenhängende Schichte unter Tonmergel, oft mehrere Stunden vom jetzigen Rheinlaufe entfernt (doch ungefähr in dessen jetzigem mittlerem Niveau) kann aber nur auf den periodischen und im Rheine selbst entblößten Bänken bearbeitet werden, weil das ihn sonst bedeckende fruchtbare Land zu teuer ist“ (vgl. Neues Jahrb. f. Min. usw. 1835, S. 719).

Nach den erörterten natürlichen Bildungsverhältnissen der Goldgründe (auch Griene genannt) am Rhein hatte Waschen keinen Sinn, wo vorwiegend große Gerölle, starke Strömung und hohe Ufer vorhanden waren, auch nicht weiter abseits vom Strom. Daher fanden sich oberhalb Basel wenig Gewinnungsplätze, an den flachen Ufern von Basel abwärts bis gegen Mainz standen aber allenthalben Waschbänke und zwar vorwiegend, wo die Altrheine mit ihrem gewöhnlich ruhig fließenden Wasser abzweigen und zu Mittel- und Hochwasserzeiten eine lokale Umlagerung und Auswaschung und damit Anreicherung des Goldgehaltes bewirkten. An älteren verlandeten Armen wusch man nur selten, denn die sonst vom Rhein besorgte Vorarbeit mußte dort von Menschenhand geleistet werden, auch fehlte es landeinwärts meist an dem zum Waschen unentbehrlichen fließenden Wasser.

Als Lieferanten sind bekannt geworden Istein, Altbreisach und die meisten Orte auf dem Hochgestade vom Nordkaiserstuhl bis gegen Speyer, während unterhalb Mannheim sehr wenig und unterhalb Mainz gar nicht gewaschen worden sein soll (vgl. M. Schwarzmann, Goldgewinnung am Rhein, 23. Bd. d. Verhandlung d. naturwissenschaftl. Ver. Karlsruhe i. B. 1910). Die besten Verhältnisse fanden sich seit Alters zwischen Kehl und Daxlanden. Ebenfalls als vorteilhaft wird noch die Gegend der Germersheimer Brücke und die von Philippsburg genannt.

Zur Auffindung guter Goldbänke leitet die infolge des reichen Eisen- und geringeren Sand-(Quarz-)gehaltes dunkle (rötlich-schwarze) Farbe der Lager. Sie ruhen linsenförmig meist in gewöhnlichem Kies eingeschlossen und messen bei völlig regelloser Verteilung bis 200—300 qm an Ausdehnung und bis zu 20 cm an Dicke. Zur ersten Prüfung über Würdigkeit wusch man eine Schaufel voll Sand zur Probe und zählte darin die Flitterchen. Aus der Philippsburger Gegend z. B. wird berichtet, daß bei diesen Proben öfters bis 20 und zuweilen selbst bis 40 und 50 Goldplättchen gefunden wurden. Ein alter Goldwäscher, Reiß, sagte dort aus, „daß er schon Lagen mit bis 70, einmal sogar mit bis 100 Goldplättchen auf die Schaufel gehabt habe“. „Doch soll das Abdecken des Goldsandes viel Arbeit machen. Im Winter 1897/98 hat Reiß in wenigen Wochen für 70 M. Gold ausgewaschen und auch sonst im Mittel einen Taglohn von 2 M. 50 Pfg. erreicht.“ (Vgl. Erläuterungen zur geolog. Spezialkarte von Baden, Blatt Philippsburg, S. 18/19.)

Nach Daubrée (Mém. s. l. distribution de l'or dans le gravier du Rhin et sur l'extraction de ce métal. Bull. de la soc. géol. de France. III. Bd., 1845/46 und Annales des mines Bd. X, 1846. Vgl. dazu Neumann, Die Goldwäscherei am Rhein. Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. 51, 1903, S. 35) enthielt (wohl in der Straßburger Gegend):

Siehe Tabelle Seite 396.

Nr. III wird als die gewöhnliche Waschsorte bezeichnet, die einen Durchschnittsertrag gab. Da stromabwärts die Goldplättchen kleiner werden, müssen sich z. B. in der Philippsburger-Speyerer Gegend 40—50 Flitterchen in etwa 40 g amalgamierbarem Sand finden, um einen Durchschnittsertrag zu liefern.

Ein Arbeiter verwusch im Tage etwa 4 cbm Sand.

Neumann gibt in dem oben genannten Auf-

Sandsorte	in 1 cbm Sand	in 1 cbm Sand	in 1 Tonne Sand	Verdienst in 9 Stunden (1846)	auf Probeschaufel finden sich
Nr. I	2,9 kg Goldsand zum Amalgamieren	1,011 g Gold	0,562 g Gold (nie über 0,7 g)	8,90 Mk.	70—80 Flitterchen
Nr. II	—	0,438 „	0,243 g Gold	3,75 „	25—30 „
Nr. III	2 kg	0,243 „	0,132 „	1,94 „	10—12 „
Nr. IV	0,4 kg	0,015 „	0,008 „	0,11 „	1 „

satze auf Grund von Nachforschungen in badischen Ministerialakten folgende, seit 1821 zwangsmäßig nach Karlsruhe aus dem ganzen Lande eingelieferten Goldmengen an:

[1800—09	11,450 kg Rheingold]	
1810—19	28,989 „ „	
1820—29	68,903 „ „	(1822 von 136 Wäschern)
1830—39	83,331 „ „	(1832 „ 405 „)
1840—49	67,225 „ „	
1850—59	37,983 „ „	
1860—69	7,372 „ „	

über 1874 hinaus wurden die Akten wegen zu geringer Anlieferung nicht geführt.[1])

Ähnlich berichtet Leonhard a. a. O., daß von 1804 bis 1834 etwas über 3 Zentner Gold zur großherzoglichen Münze nach Karlsruhe gebracht worden seien, wofür seit 1821 der wahre Wert bezahlt wurde. Die Ablieferung des gewonnenen Goldes war seit 1821 Zwang, aber das Gewerbe frei. Die Zahl der Goldwäscher im Badischen soll 1832 etwa 400 betragen haben zusammen an 37 Orten und man darf wegen des guten Ankaufpreises und der an den Waschplätzen staatlich ausgeübten Kontrolle wohl annehmen, daß ziemlich die ganze Ausbeute zur Ablieferung gelangte. Wenn dem aber so ist, ergeben sich als Jahresausbeute im ergiebigsten Jahrzehnt 8,333 kg, auf 400 Wäscher verteilt für den einzelnen jährlich nicht volle 21 g, was in Vorkriegswährung ausgedrückt (1 g reines Gold = 2,78 Mark) 58,38 M. sind. Dabei bleibt aber noch zu berücksichtigen, daß das angelieferte Rheingold nach wiederholten Analysen nur 934 Tausendstel Gold und 66 Tausendstel Silberbeimengung enthielt. Der mittlere Tagesgewinn soll 2 M. gewesen sein, so daß also etwa 29 Arbeitstage oder rund 1 Monat Waschtätigkeit jährlich auf den einzelnen Wäscher entfielen. Man sieht, es kann sich bei der ganzen Rheingoldgewinnung lediglich um beiläufige Gelegenheitsarbeit gehandelt haben, die nie ein Nährberuf gewesen sein wird. Für die Jahre 1850—59 gehen die Zahlen schon über die Hälfte zurück. Das Anschwellen der Produktion in den dreißiger Jahren mag auf den seit 1821 mit dem Weltmarktpreis ausgeglichenen Ankaufslohn und auf die manchenorts günstige Waschgelegenheit während der Uferarbeiten für die Rheinkorrektion zurückzuführen sein.

Wenden wir diese Ergebnisse auf die Frage an, ob heute aus den Rheinsanden wieder Gold gewaschen werden könnte oder sollte. Der Feingehalt an Gold im Plättchen ist wie gesagt 93,4 %, der Rest besteht aus Silber (nach Döbereiner mit einer Spur von Platin). Lauteres Gold kostete das Kilogramm vor dem Kriege 2780 M. Um diesen Ertrag nur annähernd zu erzielen, müßten in der ertragreichsten Gegend also 4115 cbm Sand der gewöhnlichen Sorte gewaschen und 8230 kg Goldsand chemisch behandelt werden, wozu die Durcharbeitung einer etwa 204 m im Geviert, also über 41000 qm großen, im Mittel 0,1 m dicken Sandbank nötig wäre. Da sich die Lager aber, wie oben angeführt, immer nur einzeln und nur bis zu 200—300 qm ausdehnen, müßten über 200 Linsen aufgesucht und ganz ausgebeutet werden. Welche Mengen an Kies dabei abzuräumen sind, um an die metallhaltigen Lagen heranzukommen und welche Kulturbodenwerte damit verloren gehen, läßt sich gar nicht abschätzen. Die Bloßlegung und Ansammlung des Edelmetalles besorgte für den alten, leichtbeweglichen bäuerlichen Gelegenheitsbetrieb eben der Strom. Wo und wann die natürlichen Verhältnisse günstig erschienen, stellte man die Waschbänke auf. Seit der Fluß infolge der Korrektion die Ufer nicht mehr einreißt, nicht mehr „ost", ist bezeichnenderweise das Goldwaschen zurück- und dann mit der Verteuerung der Löhne im Ausgang des letzten Jahrhunderts schließlich völlig eingegangen.

Es zeigt sich: Einzelbetrieb ist nicht mehr lohnend, und Großbetrieb, wie ihn sich manche Techniker denken, ist wegen der Lagerung der Goldplättchen undurchführbar. Die zu bewegenden Kies- und Sandmassen stehen in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu der gewinnbaren Edelmetallmenge. Überdies kann ein Großbetrieb kein Wanderbetrieb sein, was aber zur Erfassung der verstreuten Goldgründe nötig wäre. Baggerung beispielsweise, von der für die Wiederaufnahme der Rheingoldwäscherei von mancher Seite viel erhofft wird, stellte sich vor dem Kriege auf etwa 40 Pfg. für den Kubikmeter Kies, so daß durch 0,143 g Gold in 1 cbm die Baggerunkosten als aufgewogen gelten könnten. Die Mittelsorte Sand (Nr. III, vgl. oben) enthält im cbm an Rheingold 0,243 g. Über die Hälfte des Ertrages würde also durch

[1]) Für die bayrische Pfalz lauten die Zahlen:

1825—29	12,295 kg	Rheingold
1830—39	18,099 „	„
1840—49	22,350 „	„
1850—59	8,111 „	„
1862 bis August	278,6 g „	

Das meiste Gold wurde 1853 in Kandel gewonnen. Schmelzen bestanden in Speyer, Germersheim und Kandel.

die Baggerunkosten verschlungen. Bedenkt man aber, daß die metallführenden Lagen nur vereinzelt in taube eingebettet sind, die erst abgeräumt werden müssen, bevor man an die Goldgründe gelangt, so reicht schließlich die Goldförderung nicht mehr aus, um die Baggerung zu bestreiten.

Wie mir von technischer Seite gesagt wird, läßt sich heute mit neuzeitlichen Anlagen ein Sand mit 2 g Goldgehalt in der Tonne noch wirtschaftlich mit Erfolg verarbeiten. Der cbm unseres Rheinsandes müßte danach also etwa 4 g Gold enthalten, also etwa zwanzigmal mehr, als in der Durchschnittssorte und etwa viermal mehr, als in den besten Lagen bisher gefunden wurde. Und, was die Hauptsache ist, es müßte aller Sand und Kies, der bewegt wird, goldführend sein. Wie wenig die Natur dieser Forderung aber entspricht, ist oben gezeigt worden.

Eine Gewinnung auf den Rheinterrassen landeinwärts gegen das Gebirge zu, was Wittich und Ragotzy in der Zeitschrift für praktische Geologie 1921 vorschlugen, dürfte noch unwirtschaftlicher werden, da in diesen Gebieten zu den erörterten Schwierigkeiten — vor allem dem teuern, wenn hier überhaupt durchführbaren Geländeerwerb — noch meist der Mangel an Waschwassers kommt.

Durch Verbesserung der Aufbereitungsmethode (z. B. mehr Sand waschen und besser auswaschen) größere Ausbringung zu erziehlen, dürfte wohl möglich sein, eine Wirtschaftlichkeit kann sich aber auch dann noch nicht ergeben. Nach Dufrenoy enthält der Goldsand 2 % Magneteisen, 3—4 % Titaneisen und Eisenglanz, über 90 % Quarz, Spuren von Zirkon. Welche Aufbereitungsmethode die geeignetste wäre, mögen die Techniker entscheiden. An Cyanidlaugerei sei, sagt Neumann, gar nicht zu denken.

Ob unter besonders günstigen Verhältnissen eine Waschere als Nebenbetrieb bei Sand- und Tongewinnung aus den Rheinterrassen ertragreich zu gestalten wäre, müßte von Fall zu Fall untersucht werden. Viel Hoffnung darf man sich auch hier nicht machen.

Noch einiges über die Herkunft der Goldplättchen. Sie ist seit langem festgestellt. Der Alpenrhein, längs dem am betriebsamsten im nördlichen Graubünden Gold gewaschen wurde (Berggold im Parpaner Rothorn und angeblich im Calanda), vermag dieses nicht ins badische Land zu tragen, weil die Wässer im Bodensee geklärt werden. Es läßt sich aber auch in der Aare Gold nachweisen, was die zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts sehr zahlreichen Wäschereien von Waldshut über Brugg, Aarau, Olten, Aarwangen dartun. Westlich des Einflusses der Großen Emme in die Aare findet sich aber kein Gold mehr, sondern nur in der großen Emme selbst und in deren Zuflüssen, die von Napf, einem 1407 m hohen zwischen Luzern und Bern gelegenen Molasseberg herkommen. Alle an diesem entspringenden Bäche bringen das Edelmetall. Orte wie Langnau, Summiswald, Luthern, Hergiswil u. a. sind dadurch weiter bekannt geworden. In die Kleine Emme gelangt ebenfalls Gold vom Napf, damit in die Reuß und bei Brugg wiederum in die Aare und dann zum Rhein. Am Napf selbst liegt das Gold schon nicht mehr an seiner ursprünglichen Bildungsstelle, sondern auch schon in Kiese und Sande eingeschwemmt, in der Nagelfluh des Oberen Miozäns, die Flüsse und Bäche aus den sich auftürmenden Alpen an deren Rande zur Tertiärzeit zusammengeschwemmt haben. Vereinzelt fanden sich Goldfünkchen in weißen Quarzitgeröllen der Nagelfluh eingeschlossen, worin man einen Hinweis auf die Heimat des Goldes hat, die demnach in Quarzgängen des alpinen Grundgebirges gelegen haben muß. Obgleich unzählige solcher Quarzgänge in den westlichen schweizerischen Zentralalpen bekannt sind, fand man sie nie so reichlich goldführend, daß anderes als wissenschaftliches Interesse diesem Berggold zugewandt worden wäre. Größerer Goldreichtum dieser Gänge in früheren Zeiten ist kaum anzunehmen; vielleicht mag es sich um obere, verwitterte und dadurch an Metall angereicherte Zonen gehandelt haben, die zum Napf verfrachtet wurden, oder was näher liegt, das Gold in den Nagelfluhbänken ist schon ausgeschlämmt, so wie wir es weiterhin noch reicher angesammelt in den Goldgründen des Rheines treffen.

Aus dem Schwarzwald stammt das Rheingold erwiesenermaßen nicht, obgleich das Edelmetall auch dort anzutreffen ist. Gothein berichtet 1892 auf Grund von Urkundenstudien in seiner „Wirtschaftsgeschichte des Schwarzwaldes“: „1243 wurde das Goldwaschen noch allerorts im Schwarzwald getrieben, Rench, Kinzig, Mühlenbach (ein Nebenfluß der Kinzig), Elzach, Dreisam, Wiese, Brig, Breg, Donau werden namentlich aufgeführt. Später aber scheint es sich, da alle anderen Nachrichten fehlen, auf den Rhein allein beschränkt zu haben.“ Die Ursprungslagerstätte des Goldes mag in den arsen- und schwefelkieshaltigen Erzgängen des Gebirges gesucht werden, wohl auch in Quarzzügen und — worauf Geheimrat Deecke hinwies — in den weitverbreiteten Porphyren, wie ja Gold zumeist an saure Gesteine gebunden ist.[1]) Bemerkenswerterweise sind aus Nordamerika Goldfunde in Schwerspat- und Flußspatgängen bekannt geworden, deren geologische Position unseren Schwarzwälder Verhältnissen in vielem sehr gleicht. (Siehe Zeitschrift für praktische Geologie 1893, S. 79 und 1896, S. 276.) Weitere Untersuchung unserer Schwarzwäldischen Gänge wird wohl noch manch überraschendes Ergebnis zutage fördern.

[1]) Ob nicht auch in den badischen Graniten wie z. B. in den Uralschen in Rußland?

Einzelberichte.

Die menschlichen Skelettreste aus dem Weimarer Kalktuff.

Seit Alexander Portis im Jahre 1878 seine Untersuchungen über die diluviale Säugetierfauna von Taubach bei Weimar schrieb, in der auch zum erstenmal von menschlichen Werkzeugen im Kalktuff die Rede war, ist die Literatur über die Kalktuffe des Ilmtals außerordentlich angewachsen. Die Schnecken und Pflanzenreste, die Feuersteinwerkzeuge und die geologischen Alters- und Entstehungsverhältnisse des Tuffes sind Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen geworden; zu ihnen gesellt sich nun eine neue, die erheblichen Anspruch auf Beachtung fordert: Die menschlichen Skelettreste aus dem Kämpfeschen Bruch im Travertin von Ehringsdorf bei Weimar von Hans Virchow, 141 Seiten, 42 Abb. im Text und 8 Tafeln. Verlag von Gustav Fischer, Jena 1920.

Am 8. Mai 1914 wurden in dem Kämpfeschen Bruch 11,90 m unter der Oberkante und 2,90 m unter dem sog. Pariser ein menschlicher Unterkiefer (vgl. die Abb.) und am 2. November 1916 im selben Horizont Skelettreste eines Kindes von etwa 10 Jahren mit einem nicht vollständigen Unterkiefer und einigen Zähnen des Oberkiefers gefunden.

Deutschland ist nicht reich an Funden von diluvialen Skelettresten; allerdings befindet sich unter diesen der älteste menschliche Skelettrest überhaupt, nämlich der Heidelberger Unterkiefer und das Schädeldach aus dem Neandertal, das der ganzen altdiluvialen Rasse den Namen gegeben hat. Aus diesem Grunde stellen die Weimarer Funde eine wesentliche Bereicherung unserer diluvialen Vorgeschichte dar und sie erweitern den Wert des Weimarer Kalktuffs, der unsere beste deutsche diluviale Kulturstätte enthält.

Es ist daher begreiflich, daß die beiden Unterkiefer das lebhafteste Interesse in der Gelehrtenwelt fanden und es hat nicht an kühnen Auswertungen derselben gefehlt. Gewisse Abweichungen im Bau des Kiefers, wie alveolare Prognathie und die schmale, lange Form des Alveolarbogens, die merkwürdige Gestaltung der inneren Oberfläche des Unterkiefermittelstückes, die Größe der Eckzähne deuten nach Schwalbe, der den ersten Ehringsdorfer Kiefer untersuchte, dahin, daß er zweifellos den niedrigsten Zustand anzeige, der dem der Anthropoiden (Schimpanse) näherstehe als dem der bekannten anderen Unterkiefer der Neandertalrasse. Trotzdem erklärte Schwalbe den Unterkiefer nicht als eine neue besondere Form, wies ihm aber die tiefste Stelle innerhalb der Neandertalrasse zu.

Klaatsch, der phantasievollste unter den deutschen Anthropologen, hat die Ansicht vertreten, daß von den beiden diluvialen Menschenrassen die Neandertalrasse mit dem Gorilla, die Aurignacrasse mit dem Orang eng verwandt sei, daß erstere mitsamt der diluvialen Fauna des Altelefanten (Elephas antiquus) aus Afrika, letztere mit dem Mammut (Elephas primigenius) aus Asien stamme und daß der Altelefant mit dem afrikanischen, das Mammut mit dem indischen Elefanten verwandt sei. Diese Voraussetzung ist

a

b

Unterkiefer von Ehringsdorf. a von oben, b von unten.

nun allerdings ein gründlicher Irrtum. Schon Soergel hat überzeugend nachgewiesen, daß Europa und die Mittelmeerländer stets das Verbreitungsgebiet des Elephas antiquus waren, daß der Elephas primigenius sich aus dem antiquus entwickelt und das gleiche Verbreitungsgebiet wie jener besessen habe; daß der Elephas africanus

von Formen abgeleitet werden müsse, die dem pliozänen Stegodon bombifrons nahestehen; daß der Elephas indicus dem östlichen, Elephas antiquus dem westlichen Nachkommenzweige des Elephas platifrons entstamme. Außerdem kommt das Mammut und seine Begleitfauna nicht seit der letzten Eiszeit, in der die Aurignacrasse eingewandert ist, sondern bereits seit dem Ausgang der ersten Zwischeneiszeit bei uns vor. Trotzdem werden die phantastischen Ideen Klaatschs von einigen seiner Anhänger auch heute noch vertreten, und diesen genügte die eine Tatsache der Enge des Alveolarbogens am Ehringsdorfer Unterkiefer, um einer neuen Menschenrasse das Wort zu reden, deren Urvater zur Abwechselung nicht Gorilla und Orang, sondern diesmal der Schimpanse gewesen sein soll.

Diesen Phantasien ernst und sachlich begegnet zu haben, ist das große Verdienst Hans Virchows. Er hat die Skelettreste gründlichst untersucht und die Ergebnisse in seiner bekannten, etwas nüchtern und trocken anmutenden Art in der oben genannten ausgezeichneten Monographie niedergelegt. Virchow kommt zunächst zu der fundamentalen Erkenntnis, daß der Unterkiefer unter allen Knochen des Skelettes besonders zur Variabilität neige. Er beweist dieses durch Vergleich des Ehringsdorfer Kiefers mit den anderen längst bekannten z. B. Krapina, Le Moustier, Spy u. a. Virchow schließt sich dabei der Ansicht des bekannten Zoologen Matschie an, daß es bei zahlreichen Säugetieren, besonders den Anthropoiden Lokalformen gäbe, die untereinander zahlreiche und große Unterschiede aufweisen können, obwohl sie zu einer einheitlichen Art gehören, und er erweitert die Gültigkeit dieser Ansicht auch auf die altdiluvialen Menschen. Die bisherigen Funde reichen nicht aus, um die Neandertalrasse, deren große Gleichartigkeit auch von Schwalbe und Boule übereinstimmend zugegeben wird, in mehrere Unterrassen zu trennen.

Auch die Ehringsdorfer Reste machen davon keine Ausnahme, sie stellen keinen neuen Typus dar, denn ihre Besonderheiten fallen durchaus in die Variationsbreite des Neandertalers und die alveolare Prognathie des älteren Unterkiefers ist sehr wahrscheinlich auf krankhafte Veränderungen zurückzuführen. Virchow hat ein ausgedehntes Beweismaterial von Anthropoiden, diluvialen und rezenten Menschen herangezogen; seine Monographie gibt daher weit mehr als ihr Titel verspricht; es ist keine Beschreibung der Ehringsdorfer Kiefer allein, es ist schlechthin eine Monographie des menschlichen Unterkiefers überhaupt.

Dr. Fritz Wiegers.

Bücherbesprechungen.

Krause, R., Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. I. Säugetiere. Mit 75 Originalabbildungen im Text. VI + 186 Seiten. Groß-8°. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wiss. Verleger. Walter de Gruyter & Co. 48 M.

Ein sehr zuverlässiges Werk über den feineren Bau der verschiedenen Organe — Abbildungen sämtlich original — mit Anweisungen zur histologischen Mikrotechnik. Das Technische mußte zwar bei schwierigen Punkten etwas kurz behandelt werden, da wird manchmal eine schwierige Methode nur genannt, nicht beschrieben; um so dankenswerter sind eine Anzahl Anweisungen zu einfachen technischen Handgriffen. Bezüglich des mikroskopischen, natürlich nicht etwa (was zu weit führen würde) zytologischen Aufbaues des Organismus gibt das Buch jede gewünschte Auskunft, da es vor der Histologie, dem Gewebebau, auch stets die mikroskopische oder mit Lupe erkennbare Detailanatomie der Organe behandelt. Der vorliegende Band I behandelt das Kaninchen, in Vorbereitung sind: II. Vögel und Reptilien, III. Amphibien, IV. Fische, Zyklostomen und Leptokardier. Ausstattung recht gut, Preis mäßig.

V. Franz, Jena.

Verworn, M., Aphorismen. 39 S. kl. 8° Mit einem Bildnis des Verfassers. Jena 1922 G. Fischer.

Frau Josephine Verworn hat diese im Nachlaß des verstorbenen Gatten gefundenen Aphorismen der Öffentlichkeit übergeben. Ob sie von ihrem Verf. für diesen Zweck gedacht waren, darüber hat er sich nie geäußert. Sie sind ein wesentlicher Ausdruck seines innersten Fühlens und Denkens. „In jeder Wissenschaft steckt nur soviel Wert, wieviel sie zur menschlichen Kulturentwicklung beizutragen vermag ...“; so wie dieses Wort bewegen sich viele in den höheren Sphären des Denkens. Doch findet sich auch eine Mahnung zur ständigen Rückkehr auf den Boden der Erfahrung. 1917 wird bedauert, daß das deutsche Volk nicht genügend vor seiner eigenen Regierung auf der Hut gewesen ist, 1919 aber beklagt Verworn den Glauben Deutschlands an die Schuldlüge. — Da die politischen Betrachtungen nicht das Wesentlichste an dem Schriftchen sind, sei noch ein Wort allgemeineren Inhalts wiedergegeben: „Jeder Mensch hält sich für so wichtig, wie ihm seine Umgebung sich einzubilden gestattet.“ Solcherlei findet sich noch viel darin.

V. Franz.

Anregungen und Antworten.

Auf die Bemerkungen von Herrn Dr. Fischer in Nr. 11 dies. Jahrg.s zu meinem Aufsatz „Homöopathie und moderne Biologie" 1921, Nr. 44 erlaube ich mir folgendes zu erwidern, nur in äußerster Kürze einige Schiefheiten zurechtrückend, indem ich in bezug auf das Tatsachenmaterial abgesehen von meiner Schrift „Das biologische Grundgesetz in der Medizin" Gmelin, München, noch auf die beiden Schriften von Prof. Schulz „Similia similibus curantur", Gmelin, München und „Rudolf Arndt und das biologische Grundgesetz", Greifswald, aufmerksam mache. Ich meine, wenn man das darin angesammelte Material vorurteilslos auf sich wirken läßt, kann man nicht mit Herrn Dr. Fischer sagen: Die Physiologie lehrt, daß die Wirkungen quantitativ verlaufen; und wenn sie es wirklich lehrt, so muß sie eben umlernen, denn Tatsachen stehen über jeder Lehre. Das biologische Grundgesetz will sagen, daß kleine Dosen reizen und große lähmen, da nun Reiz und Lähmung entgegengesetzte Zustände des Organismus sind, so ist damit schon gegeben, daß ein und derselbe Reiz je nach der Dosierung eine entgegengesetzte Wirkung haben kann. Man verdunkelt sich die Angelegenheit unnötig, wenn man wie Dr. Fischer schreibt „In der Mehrzahl der Fälle wird es sich wohl um die Häufung bzw. die Übertreibung der Wirkung handeln". Was heißt übrigens in der Physiologie „Übertreibung"? Wenn Sublimat in kleiner Dosis die Kohlensäureproduktion bei der Hefe anregt, in weniger kleiner indifferent wirkt und in größerer Dosis sie herabsetzt und schließlich die Zellen abtötet, so ist das eben keine quantitative Wirkung im Sinne von Fischer, es wirken vielmehr kleine Dosen umgekehrt wie große. Dasselbe gilt vom Adrenalin, bei dem große Dosen gefäßerweiternd wirken, kleine „dagegen" gefäßverengernd; das gleiche kann man erweisen beim Alkohol, Chloroform, den Röntgenstrahlen, dem Radium und soweit mir bekannt ist, von der ungeheuren Mehrzahl, wenn nicht von allen Reizen, die einen Organismus treffen, insbesondere machen die Bakterien und ihre Produkte keine Ausnahme. Prof. Hans Much schreibt (Pathologische Biologie): „Je verdünnter die Vakzine, desto besser", in seiner neuesten Schrift „Spezifische und unspezifische Reiztherapie" macht er auf die Bedeutung des b. G. aufmerksam, da es gestattet, eine große Anzahl von anscheinend sich widersprechenden Tatsachen unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zu betrachten. — Ich denke also Herr Dr. Fischer beruft sich zu unrecht auf die Physiologie, wenn er die durchgehends umgekehrte Wirkung kleiner und großer Dosen bezweifelt; ob das b. G. im strengen Sinne ein Gesetz ist, will ich trotzdem dahingestellt sein lassen, das nimmt ihm aber kaum etwas von seiner Bedeutung für Physiologie und Medizin. — Was nun den Versuch betrifft, mittels des b. G. die Homöopathie dem modernen Verständnis zu erschließen, so kann man ja darüber diskutieren, und ich selbst deute ja in meinem Aufsatz an, daß sowohl Gegner als Anhänger die Sache z. T. anders sehen, was jedoch Herr Dr. Fischer gegen die Homöopathie einwendet, ist eine falsche Schlußfolgerung aus dem b. G. Da kleine Dosen erregen und große lähmen, so folgt aus dem b. G. durchaus nicht, daß Kaffee in kleinen Dosen ein gutes Schlafmittel sei, denn erst große Dosen werden irgendwann eine lähmende Wirkung haben.

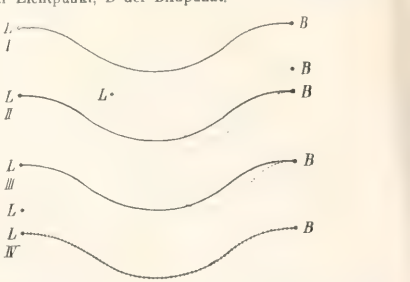
Dr. med. R. Tischner.

Über eine weiße Gyromitra esculenta. Gelegentlich einer vom Bunde zur Förderung der Pilzkunde unternommenen Wanderung nach der Morchelgegend zwischen Königswusterhausen und dem Spreewald wurde ich von einem Bundesmitgliede, Frl. Gertrud Hahn, auf eine weiße Morchel aufmerksam gemacht, die am Rande eines Kiefernschlages wuchs. Der Schlag befindet sich auf dem Westhang des 49 m hohen Dubrowberges, einer mit Kiefern bestandenen sandigen Höhe. In diesem Schlage findet man alljährlich Morcheln zwischen den Kiefernstümpfen, je nach der Witterung von Februar bis Mai. An der angegebenen Stelle traf ich etwa 15 weiße Morcheln auf einer Fläche von etwa 150 qm an. Ringsum wuchsen nur braune Morcheln. Irgendein Unterschied zwischen den Standorten der braunen und der weißen Morcheln in Bezug auf Bodenbeschaffenheit, Feuchtigkeit und Belichtung war nicht zu bemerken. Die weißen Exemplare waren bis 8 cm hoch und breit und glichen — makroskopisch wie mikroskopisch — bis auf die kremweiße Farbe den braunen. Übergangsformen konnte ich nicht entdecken. Offenbar handelt es sich bei der weißen Morchel um ein einziges Individuum, dessen Myzel im Boden eine Kreisfläche von ca. 14 m Durchmesser durchzieht und in unregelmäßigen Abständen über die ganze Fläche verteilt, nicht etwa nur an der Peripherie, seine Fruchtkörper emporsendet.

Anscheinend liegt ein Fall von Albinismus vor, der bei Morcheln und vielleicht überhaupt bei Pilzen noch nicht bekannt geworden ist. Es wäre empfehlenswert, die Stelle alljährlich wieder zu besuchen. An einem so gut gekennzeichneten Individuum, wie es die weiße Morchel ist, ließen sich Beobachtungen über Lebensdauer und räumliche Ausdehnung des Morchelmyzels, auch wohl über die Frage der angeblichen Ausrottung der Pilze durch das Abernten der Fruchtkörper anstellen.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Lichtwellen. In der Zeichnung sind die quer zur Erdbahn laufenden Wellen ausgezeichnet, die längs der Erdbahn punktiert. Die Theorie vom ruhenden Äther ist (unter Weglassung alles Nebensächlichen) in I, die Längenkürzung von Lorentz in II, die Zeitverdehnung von Einstein in III, die totale Mitführung des Erdäthers in IV versinnbildlicht. L ist der Lichtpunkt, B der Bildpunkt.



I: Übereinstimmung der Phase (Koinzidenz) wird nicht erzielt.
II: Durch Verkürzung des Armes längs der Erdbahn im Verhältnis 3 : 2 wird Koinzidenz erzielt.
III: Durch Verspätung vom Schwingungsauftakt längs der Erdbahn im Verhältnis 2 : 1 wird Koinzidenz erzielt.
IV: Beide Arten von Wellen sind identisch; Koinzidenz entsteht von selbst.

II ist unmöglich, weil der Michelsonversuch nur der Grenzfall für n = 1 aller Luft-Wasser-Versuche nach Mascart ist und die Verkürzung mit n wechselt (Zentr.-Zeitg. f. Optik u. Mech. 1922, Nr. 12).

III ist unmöglich, weil der leuchtende Punkt beiden Lichtwegen gemeinsam ist.

I ist experimentell widerlegt; demnach bleibt m. E. nur IV übrig.

Anmerk. Die Zeitverdehnung von Einstein ist eine Verspätung vom Auftakt, keine Verlangsamung vom Tempo.

Prof. Dr. Strehl in Hof.

Inhalt: H. Miehe, Der Rhythmus im Leben der Pflanze. S. 385. — L. L. Wilser, Sollen wir die Goldwäscherei am Oberrhein wieder aufnehmen? S. 393. — **Einzelberichte:** H. Virchow, Die menschlichen Skelettreste aus dem Weimarer Kalktuff. (1 Abb.) S. 398. — **Bücherbesprechungen:** R. Krause, Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. S. 399. — M. Verworn, Aphorismen. S. 399. — **Anregungen und Antworten:** Homöopathie und moderne Biologie. S. 400. Über eine weiße Gyromitra esculenta. S. 400. Lichtwellen. (1 Abb.) S. 400.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 16. Juli 1922. | Nummer 29.

Euklidische Geometrie, Physik und die Vierdimensionalität der Materie.

Von Dr. **J. Voigt.**

Mit 11 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

Zu den Grundanschauungen der Euklidischen Geometrie gelangen wir durch Abstraktion. Die weitestgehende Abstraktion verlangt der Begriff „Punkt", denn er bildet die Grenze — das „Differential" — des Begrifflichen in der Mathematik überhaupt; wir müssen dabei das Vorhandensein von etwas sinnlich unfaßbarem anerkennen. Wenn wir jemanden zu diesem Begriff hinführen wollen, pflegen wir von sinnlich wahrnehmbaren Dingen — etwa einer Kegelspitze — auszugehen und darauf hinzuweisen, daß weder die feinsten technischen Hilfsmittel noch die tatsächliche Beschaffenheit des Stoffes das herzustellen gestatten, was wir uns unter einem exakten Kegel oder einer Kegelspitze vorstellen müssen, und wenn wir so bei der idealen Form eines in Gedanken aufgebauten Gegenstandes angelangt sind, ist der letzte Schritt zur völligen Abstraktion nicht mehr schwer; die Spitze oder besser die Grenze der idealen Körperspitze gegen die Umgebung bezeichnen wir als Punkt. Wir formulieren schließlich so: Der Punkt hat keine Dimension.

Haben wir uns diese Erkenntnis zu eigen gemacht, dann können wir aufbauend weitergehen und sagen: Durch die Bewegung eines Punktes entsteht eine Linie. Sinnlich wahrnehmbar ist die so erhaltene Linie auch nicht, aber wir kommen ihr doch in einer Beziehung näher als dem Punkt, denn den Weg, den der Punkt zurücklegt, können wir messend verfolgen und sagen daher, die Linie hat eine Dimension. — Allein, wenn wir uns nun mit Punkten und Linien näher beschäftigen und die gewonnenen Ergebnisse anderen übermitteln wollen, so brauchen wir sinnlich wahrnehmbares Hilfsmaterial und deuten Punkte und Linien mit Hilfe von Bleistift oder Kreide auf Papier oder Tafel an. Damit entfernen wir uns wieder vom Abstrakten und gehen denselben Weg zurück, der uns zum Ideellen hingeführt hat, aber das schadet nichts, solange wir dessen eingedenk bleiben, daß es sich bei unseren Figuren nur um grobsinnliche Ausdrücke für völlig abstrakte Verhältnisse handelt. Bei allen geometrischen Betrachtungen läuft also immer eine unbewußt geleistete Geistesarbeit nebenher.

Durch die Bewegung eines Elementes von null Dimensionen haben wir ein Element mit einer Dimension erhalten; verfolgen wir die Bewegung einer Linie, dann sehen wir eine Fläche, also aus der Bewegung eines Elementes mit einer Dimension ein solches mit zwei Dimensionen entstehen. Der Vorgang läßt sich bekanntlich leicht mit Hilfe eines Fadens oder einer gezeichneten Linie versinnbildlichen; Papier oder Tafel dienen dabei als — allerdings bereits vorhandene — Ebene.

Durch die Bewegung einer Fläche wiederum entsteht ein sog. „Körper", d. h., aus der Bewegung eines zweidimensionalen entsteht ein dreidimensionales Element. — Der Sprachgebrauch erlaubt es, auch von der Entstehung einer bestimmten Dimension oder von Elementen der ersten, zweiten oder dritten Dimension zu reden. — Zur Veranschaulichung des letzterwähnten Vorgangs bedient man sich mit Vorliebe der Erzeugung von Rotationsfiguren, indem man z. B. eine kreisförmige Fläche um einen Durchmesser oder ein Rechteck um eine Mittellinie dreht; sehr instruktiv macht man den Vorgang klar, indem man beispielsweise die Entstehung eines Prismas durch Herausheben der Grundfläche aus ihrer ursprünglichen Ebene zeigt (Abbildung 1).

Damit sind wir in das Gebiet der Stereometrie gekommen.

Wenn wir jetzt auf die aufgestellten Grundsätze zurückschauen, dann können wir sie in einen allgemeinen Satz zusammenfassen, der folgendermaßen lautet: Aus der Bewegung von Elementen der n^{ten} Dimension entstehen Elemente der $(n+1)^{ten}$ Dimension. Allerdings haben wir diesen Satz nur in bezug auf die 3 ersten Glieder von n richtig befunden. Da sich nun jede Linie auf die Einheit von der Größe a, jede Fläche auf die Einheit a^2 und jeder sog. Körper auf die Einheit a^3 zurückführen läßt, so lassen sich die Einheiten in eine geometrische Progression ordnen und wir erhalten die Reihe a, a^2, a^3 usw. — Folgerichtig müssen wir nun durch die Bewegung eines Elementes 3ter Dimension zu einem Element der vierten mit der Einheit a^4 kommen.

Das Anschauungsexperiment versagt jedoch hierbei. Lassen wir nämlich z. B. eine Kugel um einen Durchmesser oder um eine außerhalb ihrer selbst liegende Achse rotieren, so sehen wir im ersten Falle nichts Neues, im zweiten Falle einen Ring mit kreisförmigem Querschnitt entstehen. Nehmen wir im zweiten Falle andere Körper, so erhalten wir ebenfalls Ringe, natürlich mit entsprechenden Querschnitten; wählen wir andere Bewegungsrichtungen (gerade, krumme Wege), so ändert sich prinzipiell nichts an dem Ergebnis: Wir erhalten Körper mit einem Querschnitt, der der Projektion des Ausgangskörpers auf eine senk-

recht zur Fortbewegungsrichtung gedachte Ebene entspricht, aber jedenfalls Gebilde, bei denen wir keinen Grund haben, ihnen mehr als Dreidimensionalität zuzusprechen.

Woran liegt das?

Wenn unsere Betrachtungen überhaupt einen Sinn gehabt haben — und das wird man doch nicht bestreiten wollen — dann müssen wir einen Fehler gemacht haben. Entweder hat also der aufgestellte Satz keine allgemeine Gültigkeit, oder wir haben bei dem ständigen Wechsel zwischen Veranschaulichtem und Abstrakten einen Fehlsprung getan. Früher war man allerdings geneigt, die Frage einfach dahin zu beantworten, daß man sagte, es gäbe eben keine vierte Dimension und das Fortschreiten der Reihe a, a^2, a^3, a^4 usw. habe lediglich arithmetische Bedeutung. Nachdem man jedoch auf Grund der Relativitätstheorie Einsteins die Welt als vierdimensionales Kontinuum und die Materie als vierdimensional anzusehen hat, erscheint es doch nicht überflüssig zu untersuchen, ob sich die Entstehung der vierten Dimension aus der dritten nicht doch ableiten läßt.

Natürlich ist der Begriff der vierten Dimension uns noch ganz ungewohnt, neuartig und schwierig; zudem ist er durch Einstein-Minkowsky in ganz anderem Zusammenhang erkannt worden. Obige Frage kann daher zunächst so beantwortet werden: Weil es unserem Vorstellungsvermögen noch nicht gelingt, vierdimensionale Dinge als solche zu erkennen. Wenn wir unser Vorstellungsvermögen aber eingehend und objektiv prüfen, läßt sich sogar einsehen, daß es uns selbst dreidimensionale Dinge nicht erkennen läßt und daß wir mit unserer Anschauungsweise bereits in der zweiten Dimension stecken geblieben sind.

Dann muß aber auch unser Stereometriebegriff falsch sein!

Die Frage, wie haben wir uns eigentlich die stereometrischen Formationen vorzustellen, erscheint auf den ersten Blick lächerlich. Wenn wir sie aber genau beantworten sollen, so kommen wir einigermaßen in Verlegenheit, denn die Antwort, als abstrakte Formen, genügt nicht. Nehmen wir z. B. einen Kubus an und gehen von einem beliebigen Modell aus, um nach dem bewährten System der Abstraktion zum Ziele zu gelangen; dann haben wir uns das Materielle an diesem Würfel fortzudenken. Das wird uns verhältnismäßig leicht gelingen, es bleiben dann sinnlich nicht wahrnehmbare Kanten und Flächen übrig. Das sind aber Elemente der ersten und zweiten Dimension und mit der Materie ist demnach auch das „Dreidimensionale" verschwunden.

Übrigens betrachteten wir — und tun dies zum Teil auch jetzt noch — die materiellen Körper auch als dreidimensional. Man wird behaupten, die Dreidimensionalität der „Körper" lasse sich damit begründen, daß zur Bestimmung der Lage eines Punktes oder einer Fläche oder des Verlaufs einer Kante an ihnen drei Projektionen auf ebensoviel sich schneidende Ebenen, also drei Koordinaten erforderlich seien. Das ist aber lediglich ein äußerlicher Umstand, der nur unser Verhältnis zu solchem Körper, nicht aber eine ihm selbst zukommende Eigenschaft ausdrückt. Zur „Erfassung" der Gestalt aller sichtbaren Dinge haben wir — und es ist der in der Technik fast allein gebräuchliche Übermittlungsweg — eine mehrfache Projektion auf Ebenen nötig. Das bedeutet aber nichts anderes, als die Auflösung des Körperlichen ins Flächenhafte, Zweidimensionale, weil wir eben nur Zweidimensionales jeweils zu „erfassen" vermögen. Die Ursache liegt vor allem im Bau unseres Auges, das, wie die photographische Platte, an sich nur ein flächenhaftes Bild liefert. Das Sehen mit zwei Augen liefert bekanntlich zwei Bilder, die auf sich schneidenden Ebenen projiziert sind. Auch der Tastsinn bringt uns nicht weiter.[1])

Um es kurz zu sagen: Unsere sog. stereometrischen Gebilde sind nichts als aneinandergestellte Flächen, welche einen bestimmten Raum innerhalb eines größeren abgrenzen und daher einen absoluten Raum zur Voraussetzung haben. Unsere Grundanschauung über die dreidimensionalen Körper ist also falsch, denn wie wir uns vom Begriff der absoluten Zeit freigemacht haben, so müssen wir uns auch von dem des absoluten Raumes loslösen; wenn wir dies aber tun wollen, dann dürfen wir dreidimensionale Gebilde nicht mehr mit Bezug auf ihre — etwaige — Umgebung oder von einer solchen aus betrachten, sondern müssen ihr eigentliches Wesen zu ergründen suchen. Die Anhaltspunkte hierzu soll uns ihre nach dem behandelten Prinzip erfolgende Entstehungsweise liefern.

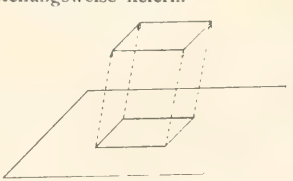


Abb. 1.

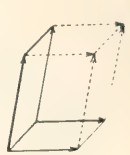


Abb. 2.

Wir haben in Abb. 1 ein Prisma entstehen lassen, indem wir seine Grundfläche parallel zu sich selbst aus ihrer ursprünglichen Lage bewegten. Wir betrachten nun den Fall, daß sich

[1]) Nur Raumgrenzen können wir wahrnehmen. Die Brechung oder die Krümmung der Fläche erscheint uns als räumliches Ereignis, obgleich sie die undurchdringliche Grenze bildet, die zwischen uns und dem Räumlichen selbst gezogen ist.

Wenn wir vor einer Mauer stehen, so sind wir uns über die uns zugekehrte Fläche sofort im klaren, über die Dicke „empfinden" wir nichts; angesichts einer Gebirgswand sind wir nicht imstande zu entscheiden, ob wir uns vor einem Höhenzug oder einem Hochplateau befinden. Wir haben keine Empfindung für das räumlich Dreidimensionale, sonst müßten wir in diesen Fällen irgendeinen Eindruck über die dritte Art der Ausdehnung empfangen. Die Beschäftigung mit physiologisch-psychologischen Dingen liegt jedoch nicht im Rahmen der vorstehenden Abhandlung.

gleichzeitig zwei solcher Rechtecke, die in verschiedenen Ebenen liegen und eine gemeinschaftliche Seite haben, in ähnlicher Weise bewegen, so daß (Abb. 2) ein ebensolches Prisma entsteht.

Dies eine Beispiel, dem sich leicht viele ähnliche zur Erzeugung der verschiedensten bekannten stereometrischen Formen an die Seite stellen ließen, mag genügen, um zu erkennen, daß wir durch ganz verschiedene Bewegungsvorgänge zu einer und derselben stereometrischen Form gelangen können. Dann aber erhebt sich die Frage: Sind alle diese „Körper", die sich äußerlich gar nicht voneinander unterscheiden, untereinander identisch? — Offenbar sind sie es nicht, denn ihre Entstehungsursache muß doch irgendeinen Einfluß auf ihre „räumliche", ihre „innere", ihre „individuelle" Beschaffenheit ausüben! — Wenn wir dies anerkennen, dann kommen wir dazu, ihnen eine durch ihre Entstehungsweise bedingte Struktur zuzuschreiben und haben dann nicht mehr rein stereometrische, sondern stereologische Gebilde.

Es ist klar, daß wir mit der Aufstellung eines solchen Begriffs den Bereich der Euklidischen Geometrie verlassen haben und in das Gebiet der Physik gekommen sind. Wir haben dieses Bewegungsprinzip hier beim Übergang der zweiten in die dritte Dimension zur Geltung gebracht, aber es ist selbstverständlich, daß sich dasselbe in ähnlicher Weise ebensogut auf frühere Übergänge übertragen ließe. Obgleich es daher vielleicht logischer wäre, mit den folgenden Untersuchungen bei den niederen Dimensionen einzusetzen, wollen wir aus praktischen Gründen auf dem einmal beschrittenen Wege weiter fortfahren. Wir nehmen deshalb an, daß zweidimensionale Elemente bereits vorliegen und beschäftigen uns eingehend mit der Entstehung der dritten Dimension.

Abb. 3.

Abb. 4.

Die Richtungen der Dimensionen nennt man Koordinaten und ordnet sie in ein Koordinatensystem ein. Wenn wir also von der zweiten Dimension ausgehen, so betrachten wir ein System mit zwei Koordinaten als gegeben.

Abb. 3 stelle ein solches (rechtwinkliges) System dar und damit nun eine dritte Koordinate zustande kommt, muß sich dieses System o bewegen. Vergegenwärtigen wir uns solchen Vorgang zeichnerisch, dann erhalten wir etwa das Bild nach Abb. 4.

Danach hätte sich unser System von o nach o^1 bewegt; es müßte daher jetzt in o^1 sein und wir hätten die 3. Dimension $o\,o^1$ erhalten. Wir dürfen jedoch nicht außer acht lassen, daß es sich bei unserer Aufgabe nicht um relative, sondern um absolute Bewegung handeln soll. Bei der Annahme jedoch, daß sich das System nun in o^1 befinde, müßten wir o als einen festgelegten Punkt ansehen und damit wären wir wieder ganz von der Vorstellung eines absoluten Raumes befangen. Wir haben es also nicht etwa mit einem Ortswechsel zu tun, sondern nach Aufhören der Bewegung erhalten wir unser zweidimensionales System einfach wieder zurück und können nicht von einer dritten Dimension sprechen. D. h., die Dimension existiert nicht schon, wenn einmal eine Bewegung stattgefunden hat, sondern nur, solange eine Bewegung zwischen o und o^1 stattfindet. Wenn oo^1 daher einer Dimension entsprechen soll, dann müssen fortwährend Systeme von o nach o^1 unterwegs sein!

Ein solcher Vorgang ist zunächst natürlich sehr schwer vorstellbar, der gewohnte Umgang mit Materie und den sog. konservativen Kräften ist uns dabei äußerst hinderlich. Wir können jedoch unserem Vorstellungsvermögen etwas zu Hilfe kommen, wenn wir annehmen, daß unser System nach einer gewissen Zeit die Bewegungsrichtung ändert, etwa in umgekehrtem Sinne, dann erhalten wir eine Koordinate aus

$$v \cdot t = o\,o^1$$

das Vorzeichen ist dabei nicht von Bedeutung.

Auf Grund solcher Betrachtungen sind wir gezwungen, unseren allgemeinen Satz von der Entstehung einer $(n+1)^{ten}$ Dimension dahin aufzufassen, daß wir unter Bewegung schlechthin eine dauernd gleichgerichtete, oszillierende oder rotierende Bewegung zu verstehen haben. Auf die letztere Bewegungsart wollen wir noch näher eingehen und zwar werden wir das zunächst wieder ganz im Sinne unserer früheren Anschauungsweise tun.

Zu diesem Zwecke lassen wir eine Kreislinie, Abb. 5,

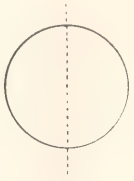


Abb. 5.

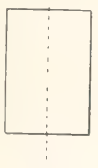


Abb. 6.

um den in der Abbildung angedeuteten Durchmesser als Achse rotieren. Wir erhalten dann natürlich eine Kugeloberfläche, d. h. ein zweidimensionales Element. — Nichts hindert uns, den angegebenen Kreis nicht als Linie, sondern als Kreisfläche zu betrachten. Dann müssen

wir bei der Rotation eine Kugel, d. h. ein dreidimensionales Element erhalten.

Wir machen jetzt ein ganz ähnliches Experiment mit einem Rechteck, das sich gemäß Abb. 6 um eine Mittellinie drehen soll.

Die vier sich rechtwinklig schneidenden Linien müssen dann eine Zylinderoberfläche, die rechteckige Fläche muß einen körperlichen Zylinder liefern.

Man wird nach der bisher üblichen Betrachtungsweise schwerlich einen Unterschied zwischen den entstandenen Oberflächen und den körperlichen Gebilden angeben können, der aber doch vorliegen muß. Uns sollen hier vor allem die dreidimensionalen Gebilde interessieren und da uns ihre lediglich „stereometrische" Auffassung nicht mehr befriedigt, so wollen wir sie auf ihre „Struktur" untersuchen. Wir können dabei weiter nichts feststellen, als daß sich bei beiden Beispielen alles konzentrisch um die Achse dreht. Legen wir durch die Kugel oder durch den Zylinder senkrecht zur Achse Schnitte, so können die Schnitte nur Strukturkreise liefern, durch deren Mittelpunkte die Achsen gehen. Schnitte parallel zu den Achsen müssen ein anderes, aber bei beiden strukturell gleiches Bild ergeben. Da nun aber die Wahl des Kreises und des Rechtecks als Ausgangsflächen eine rein willkürliche war, so müßte allen mit den beliebigsten Grundflächenfiguren erzeugten Rotationskörpern ein und dieselbe Struktur eigen sein. — Dies ist aber ein Unding, denn wir müssen logischerweise verlangen, daß aus der Rotation einer Kreisfläche nur eine Kugel, aus der Rotation einer Rechtecksfläche nur ein Zylinder entstehen kann, und es ist ganz selbstverständlich, daß eine Kugel eine von der eines Zylinders vollständig verschiedene Struktur haben muß.

Um aber zu stereologischen Gebilden mit individueller Struktur zu gelangen, genügt es nicht mehr, lediglich den Übergang von der zweiten in die dritte Dimension physikalisch zu behandeln. Was wir jetzt mit „Dimension" bezeichnen, ist nicht mehr ein Ruhezustand, sondern ein Bewegungsvorgang, kein statischer, sondern ein kinetischer Begriff. Wir müssen daher die Entstehung von Elementen der ersten und zweiten Dimension in analoger Weise vor sich gehen lassen, wie wir es vorhin prinzipiell für das Zustandekommen der dritten besprochen haben.

Unter diesen Gesichtspunkten gelangen wir in etwa folgender Weise zu einer Kugel. Wir nehmen zunächst die — sagen wir — oszillatorische Bewegung eines Punktes unter Entstehung einer Linie an (Abb. 7a); sodann soll der eine Wendepunkt des so entstandenen „Radius" eine kreisförmige Bewegung um den anderen machen (b) und die nun entstandene Fläche schließlich um einen beliebigen Durchmesser rotieren (c), damit eine Kugel entsteht.

Ferner lassen wir eine Linie in gleicher Weise wie nach Abb. 7a gemäß Abb. 8a entstehen, diese Linie führe

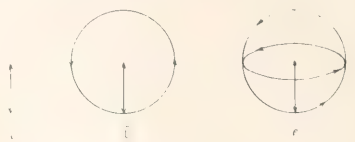


Abb. 7.

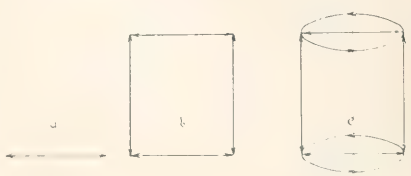


Abb. 8.

eine oszillatorische Bewegung parallel zu sich selbst aus (b), so daß ein Rechteck gebildet wird und dieses drehe sich um eine Mittellinie (c), wodurch ein Zylinder zustande kommt.

Die beiden soeben angeführten Beispiele sollen natürlich keinen Anspruch darauf machen, eine korrekte Antwort auf die Frage zu geben, wie eine Kugel oder ein Zylinder nun wirklich erhalten wird. Die Lösung dieser Aufgaben würde eine gründliche mathematische Durcharbeitung des Problems erfordern, zu der dem Verf. die Mittel durchaus fehlen. Sie sollen lediglich prinzipiell den Strukturunterschied zwischen Kugel und Zylinder erkennen lassen und tun dies trotz ihrer Unvollkommenheit einigermaßen befriedigend. Je mehr man sich nämlich in sie hineindenkt, je mehr wird man erkennen, daß die Bewegung auf jeden Schnitt durch die Kugel eine Fläche mit ineinander verschlungenen Kreisen darstellt, so daß man also an jeder Stelle gewissermaßen eine Kugel in der anderen sitzend vorfinden müßte. Bei dem Zylinder liefert der Querschnitt senkrecht zur Achse eine ähnliche kreisförmige Struktur, während der Längsschnitt nur Parallelbewegung zur Achse ergibt. In beiden Fällen ist also der ursächliche Zusammenhang zwischen Struktur und äußerer Form gewahrt und das ist der Angelpunkt, um den sich die ganze Auffassung dreht.

Soweit wir uns mit rein theoretischen Betrachtungen abgeben wollen, mag dies — andeutungsweise — genügen. Da wir aber Anspruch darauf gemacht haben, physikalische Vorgänge zu beschreiben, muß die Kontrollierbarkeit unserer Folgerungen an den Dingen der Natur selbst dargetan werden.

Rein äußerlich sind, wie bekannt, gewisse stereometrische Formationen den natürlichen Kristallen mit nicht zu übertreffender Genauigkeit auf den Leib geschnitten. Aber wir finden bei

den Kristallen weit mehr, nämlich eine weitgehende Analogie für das Postulat eines Zusammenhangs zwischen äußerer Form und räumlicher Struktur! Diese Analogie tritt in den Erscheinungen der Hemiedrie usw., des Isomorphismus sowie in denjenigen der Kristalloptik zutage; das wichtigste Vergleichsmoment aber bildet die Eigenschaft der Kristalle, die es erlaubt, aus einem größeren Objekt an einer beliebigen Stelle ein kleineres herauszuspalten, das genau dieselben physikalischen Eigenschaften wie der Mutterkristall aufweist. Die Analogie erscheint hiernach so vollständig, daß man versucht sein könnte, die Kristalle als wirkliche Repräsentanten dreidimensionaler Art anzusprechen.

Unsere früheren euklidisch-stereometrischen Gebilde konnten allerdings nur wesen- und gewichtslos sein. Nachdem wir aber physikalisches Gebiet betreten haben, müssen wir doch im Verfolg unserer Untersuchungen über die Entwicklung der Dimensionen irgendwo auf Eigenschaften, die der sog. Masse eigentümlich sind, also zunächst auf Schwere stoßen. Das Materielle an den Kristallen brauchte also kein unbedingtes Hindernis für die Annahme, zu der wir durch jene Analogie verführt wurden, zu sein, sie stößt aber auf starke Bedenken, wenn wir nicht nur die physikalische, sondern auch die chemische Beschaffenheit der Kristallsubstanz berücksichtigen. — Chemisch völlig verschiedene Substanzen können demselben kristallographischen System angehören, also strukturverwandt sein. Isomorphe Kristalle von Verbindungen gruppenweise zusammengehöriger Elemente können übereinanderwachsen und bieten so ein Bild vollständiger Strukturidentität. Die Übereinstimmung zwischen solchen Kristallen ist also eine rein morphologische, aber keine substantielle. Wollen wir das mathematisch zum Ausdruck bringen, dann müssen wir etwa sagen, das Morphologische an diesen Kristallen ist dreidimensional und läßt sich daher auf die Einheit a^3 zurückführen, soll aber auch das Substantielle mit zum Ausdruck gebracht werden, dann sind Indices erforderlich; man müßte also z. B. etwa schreiben:

a^3, schwarz, $D = 7{,}25$, ... (Bleiglanz)
a^3, weiß, $D = 2{,}16$, ... (Kochsalz).

Solche Glieder passen jedoch nicht in unsere Reihe a, a^2, a^3, a^4, a^5 usw. und wir erkennen, daß der Materie offenbar ein höherer Exponent als 3 zukommt. Die Größe desselben ist also näher zu bestimmen.

Die Mittel zur Lösung dieser Aufgabe kann uns nur die modernste Wissenschaft, die Atomphysik, liefern. Sie betrachtet das Atom als aus positiver Kernladung und negativen Elektronen bestehend, sie kennt keinen Unterschied zwischen Masse und Energie mehr, es gibt nur Energiezentren und Bewegung, hier gelten nur Beziehungen zwischen meßbaren Größen; Bilder, Anschauungsmodelle, an sich unrichtig, vermitteln dennoch in unentbehrlicher Weise die Verständigung und erleichtern die Ausdrucksweise.

Eine dem Atomkern und den Elektronen verwandte Erscheinung ist der Helmholtzsche Wirbelring, von dem es heißt, er sei Bewegung in einer reibungslosen Flüssigkeit, mit den sog. konservativen Kräften weder hervorzubringen noch zu zerstören. Als man sich die Wirkungen der Energien noch nicht ohne den Äther vorstellen konnte, hat man diesen auch als Träger solcher Wirbelringe betrachtet. Die heutige Physik nimmt dem Äther gegenüber eine Stellung ein, welche von der früheren jedenfalls sehr verschieden ist, und vermag auch ohne ihn auszukommen. Läßt man nun den Äther vollständig aus dem Spiele und erinnert sich des über „Dimensionen" Gesagten, was ist dann ein solcher Wirbelring? — Dann ist ein Wirbelring ein Nichts in einem Nichts, entstanden aus der Bewegung von Punkt, Linie und Fläche, ein wahrer Repräsentant der dritten Dimension!

Man kann wohl auch sagen: Der Wirbelring ist ein Energiezentrum von mathematisch bestimmter Form und genau berechneten Eigenschaften. Was Atomkern und Elektronen anbetrifft, so hat man die erste Annahme, daß man es bei ihnen mit Helmholtzschen Wirbelringen zu tun habe, fallen lassen, aber ähnliche Gebilde, deren konstruktive Eigenschaften zu berechnen z. Z. wohl eine der schwierigsten Aufgaben der höheren und höchsten Mathematik ist, wird man sich unter Kern und Elektronen vorzustellen haben, und wir sprechen sie deshalb ebenfalls als Repräsentanten dritter Dimension an.

Kern und Elektronen sind in ständiger Bewegung; durch Bewegung von Elementen dritter Dimension aber müssen Elemente der vierten entstehen. Das Atom ist also vierdimensional, damit ist der Exponent bestimmt und die Einheit der Materie mit dem Glied a^4 in unserer Reihe einzusetzen. Ebenso wie durch die Bewegung verschieden vieler Elemente zweiter Dimension untereinander strukturverschiedene Prismen usw. (vgl. Abb. 2) gebildet wurden, so müssen aus der Bewegung ungleicher Mengen Kerne und Elektronen „struktur"-verschiedene Atome und Moleküle, verschiedene chemische Elemente und Verbindungen entstehen.

Die „Welt" ist nach Einstein-Minkowsky ein vierdimensionales Kontinuum. Sie ist endlich, aber unbegrenzt, genau so wie die Oberfläche einer Kugel. Am Sternenhimmel sehen wir die Fixsterne, die unserer Sonne ähnlich sind, von denen jeder also auch sein Planetensystem haben wird. Man war überrascht, im Aufbau der Materie eine unserem Planetensystem ähnliche Kombination zu finden. Im Atom sind es dreidimensionale Elemente, welche durch ihre Bewegung die vierdimensionale Materie erzeugen, die Bewegung dessen, was wir Materie nennen, muß daher die Entstehung der fünften Dimension zur Folge haben. Es drängt sich daher die Annahme

auf, daß die Planetensysteme untereinander zu einem fünfdimensionalen „Homokontinuum" in ähnlichem Verhältnis stehen, wie die Atome zur Materie. Es würde allerdings über unsere Begriffe gehen, die Bewegung der Fixsternsysteme als „Ganzes" zu erfassen. Nach der Einstein-Minkowskyschen Auffassung des vierdimensionalen Kontinuums muß sich dieses zu einem fünfdimensionalen Homokontinuum wie die Kreislinie zur Kreisfläche oder die Kugeloberfläche zum Kugelkörper verhalten, letzteres also endlich und begrenzt sein. Als Konsequenz solcher Überlegung können wir unserer Einheitsreihe noch das Glied a^5 hinzufügen.

Glieder höherer Ordnung lassen sich heute nicht voraussehen. Vorläufig werden wir übrigens genug daran zu tun haben, uns mit der Vierdimensionalität unserer eigensten Welt vertraut zu machen.

Von den dreidimensionalen Elektronen kann bekanntlich eine Strahlung ausgehen. Da bei der Strahlung ein Energietransport stattfindet, so müssen in Richtung des Strahles neu erregte Energiezentren abströmen. Nur bei einer Energieform, der Elektrizität, hat man Elementarquanten mit Sicherheit festgestellt; wie wir heute von Elektronen reden, wird man später vielleicht auch von Magnetonen, Lumionen, Thermionen und Gravitonen sprechen können.

Die Annahme der Dreidimensionalität der Elementarquanten muß zu ganz bestimmten Konsequenzen führen. Dies soll an einem Beispiel näher gezeigt werden. Dazu müßte nun allerdings die Konfiguration des betreffenden Elementarquantums gegeben sein. Da hierüber aber nichts bekannt ist, so soll als Beispiel der Helmholtzsche Wirbelring dienen, von dem wir dabei annehmen müssen, daß er irgendwo erregt und mit Lichtgeschwindigkeit abgestoßen worden sei.

Abb. 9 stellt einen solchen Ring dar:

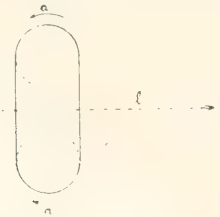


Abb. 9.

Die Pfeile a deuten die Richtung der Wirbelbewegung, der Pfeil b die Richtung des Strahles an. — Infolge der Lorentz-Verkürzung muß sich der Wirbelring zu einem Kreisring abplatten. Von der kreisförmigen Bewegung a wird also die Komponente der Richtung b vollständig aufgehoben und es bleibt nur die Bewegung c nach Abb. 10 übrig, d. h. der äußere

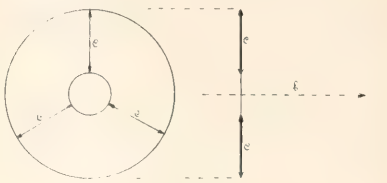


Abb. 10.

Kreis zieht sich bis zur Größe des inneren zusammen und dehnt sich umgekehrt wieder bis zur ursprünglichen Größe aus, indem eine Art pulsierender Bewegung stattfindet. — Das Ganze bewegt sich in Richtung b; infolgedessen beschreibt jeder Punkt der Peripherie eine Wellenbewegung. Denkt man sich den inneren Kreis sehr klein, dann bietet das Bild, das

Abb. 11.

wir nach Abb. 11 erhalten, eine augenfällige Ähnlichkeit mit einem unpolarisierten Lichtstrahl, welcher bekanntlich transversale Schwingungen in allen möglichen durch die Strahlrichtung gelegten Ebenen aufweist. Wir haben hier also so etwas wie ein „Lumion" vor uns. Im Strahl handelt es sich aber offenbar nicht um ein einzelnes, sondern um viele direkt — d. h. um den Abstand einer Wellenlänge — hintereinander her eilenden Quanten.

Damit haben wir folgenden Fall: Ein dreidimensionales Element verliert infolge seiner Geschwindigkeit eine Dimension und geht in ein Element zweiter Dimension über. Ein bemerkenswerter Fall von einer Art Abbau, der zeigt, daß es sich um ein Ineinanderübergehen der Dimensionalitäten je nach den Bedingungen handelt, ähnlich, wie aus Masse Energie werden kann und umgekehrt. Der Strahl entsteht durch Bewegung in derselben Richtung aufeinanderfolgender Elemente zweiter Dimension, er ist also selbst dreidimensional und zwar haben wir hier gerade den Fall, den wir oben als „schwer vorstellbar" bezeichneten. Die Struktur des dreidimensionalen Strahls (des Feldes) entspricht der den zweidimensionalen Mutterelementen eigentümlichen Bewegung und ist wellenförmig.

Eine solche Auffassung vereinigt gewissermaßen Undulations- und Emissionstheorie. Wieweit sie sich den weitgehenden Anforderungen

der verschiedenen optischen (oder sonstigen physikalischen) Erscheinungen anpassen läßt, kann hier nicht weiter nachgeprüft werden, einmal, weil die Konfiguration des Wirbelrings mehr beispielsweise denn als Spezifikum benutzt wurde, insbesondere jedoch, weil es dem Verf. an mathematischer Behandlungsmöglichkeit des Problems gebricht. Er mußte sich daher darauf beschränken, in der vorstehenden Abhandlung eine mehr andeutende als erschöpfende Darstellung zu geben. Vielleicht aber bieten seine Gedanken dem einen oder anderen von denjenigen, die im Besitz des erforderlichen mathematischen Rüstzeugs imstande sind, sie objektiv zu kritisieren, eine Anregung.

Über Generationsrhythmen beim Menschen.

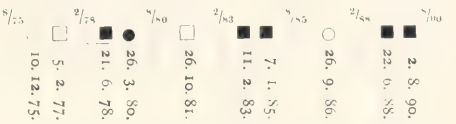
[Nachdruck verboten.]

Von Priv.-Doz. Dr. **Hans Günther**, Leipzig.

Die Aufklärung der Vererbungsverhältnisse hat zwar beim Menschen wesentlich größere Schwierigkeiten zu überwinden als das Studium einfacher, experimenteller Bastardierungsversuche an vielen pflanzlichen und tierischen Organismen, doch gelang es, die Vererbung mancher Anomalien auf einfache Vererbungsregeln (besonders Spaltungsregeln) zurückzuführen. Man begnügte sich dabei, den Zufall bei der Chromosomenverteilung wirken zu lassen und die Zahlenverhältnisse der möglichen Kombinationen an einem größeren Material experimentell wiederzufinden. Abweichende Zahlenverhältnisse ließen sich durch kompliziertere, oft recht weitgehende Faktorenhypothesen deuten. Die so geartete psychische Einstellung auf Vererbungsvorgänge lenkte die Aufmerksamkeit ab von einem anderen Phänomen, welches sich doch bei manchen menschlichen Stammbäumen als Hinweis auf irgendeine Gesetzmäßigkeit aufdrängen mußte.

Ich meine das regelmäßige Alternieren von 1 bis 2 Trägern des anormalen Merkmales (Zeichen ▲) mit 1 bis 2 Nichtträgern (△) innerhalb einer Generation. Wir finden also dem Alter nach geordnete Geschwisterreihen etwa in folgenden Anordnungen: ▲△▲△▲ oder △△▲▲△△▲ oder △▲△△▲△△▲. Es liegt natürlich nahe, hier nach irgendeiner Gesetzmäßigkeit zu suchen. Es war daher nötig, die genaue zeitliche Folge der einzelnen Geburten zu erfahren. Eine mir bekannte Albinofamilie, welche in einer Reihe von 13 Geschwistern mit 6 Albinos ein auffälliges Alternieren erkennen ließ und die genaue Feststellung der Geburtsdaten ermöglichte, bot mir hierzu eine günstige Gelegenheit.

Es ergab sich nun, daß die Albinos und die darauffolgenden Nichtalbinos sich jeweils in gleichlange Zeitintervalle einordnen ließen. Wir wollen die Intervalle, in welche die mit der betreffenden Anomalie Behafteten fallen, als „negative", die anderen als „positive" Intervalle bezeichnen. Weiter untersuchte ich eine größere Zahl von aus der Literatur bekannten Albinostammbäumen mit dem Ergebnis, daß auch hier besonders die alternativen Geschwisterreihen sich immer (abgesehen von einigen kleinen Schwankungen) in diese Intervalle einordnen ließen, deren Dauer stets $2\,^1/_2$ Jahre betrug. Viele Reihen mit ausgeprägtem Alternieren waren leider nur mit mangelhaften Altersangaben versehen, doch ließ sich auch hier teils mit Sicherheit, teils nur mit Wahrscheinlichkeit eine Abgrenzung nach Zeitintervallen vornehmen.



Beifolgendes Schema zeigt die in die einzelnen Zeitintervalle von $2\,^1/_2$ Jahre Dauer eingeordneten albinotischen (■ ●) und pigmentierten (□) Geschwister; die Grenzen der Zeitintervalle sind durch Monats- und Jahresangabe ($^8/_{75}$ = Aug. 1875) bezeichnet, unterhalb der Zeitabszisse befinden sich die zugehörigen Geburtsdaten.

Die gleichen Verhältnisse fanden sich auch bei anderen Anomalien (Hämophilie, Ochronose, Brachydaktylie, Diabetes insipidus, hereditären Augenkrankheiten). Die genauen Belege (40 Reihen) habe ich a. a. O.[1]) niedergelegt. Wenn auch zur Feststellung des Grades der Exaktheit dieser Generationsrhythmen noch weitere Untersuchungen an Stammbäumen mit genauen Geburtsdaten nötig sind, ist zunächst die Tatsache erwiesen, daß diese $2\,^1/_2$-Jahrrhythmen existieren. Vereinzelt wurden Störungsintervalle beobachtet, durch welche die folgenden Intervalle sich um eine Zeitlänge verschieben.

Da in den untersuchten Reihen sowohl väterliche als mütterliche Vererbungsträger vorkamen, ist also der $2\,^1/_2$jährige Generationsrhythmus, welcher ja das 33fache einer Menstruationsperiode oder $3\,^1/_8$fache der Fötalzeit beträgt, nicht nur auf das weibliche Geschlecht beschränkt. Der Rhythmus wird aber immer durch den einen, das Merkmal übertragenden Elter bestimmt, weil nämlich diese Rhythmen bei verschiedenen Individuen zwar in der Zeitdauer übereinstimmen, aber nicht bezüglich der absoluten Zeiten zusammenfallen.

An eine Erklärung des Phänomens können wir uns noch nicht heranwagen. Da bekanntlich der Lebensprozeß eines Organismus sowohl in seinen kleinsten Einzelheiten, als in den Funktionen größerer Komplexe und des ganzen Individuums

[1]) Z. f. Konstitutionslehre 1922.

Rhythmen erkennen läßt, deren gegenseitige Zueinanderordnung ein Ziel weiterer Forschung sein muß, dürfen wir uns nicht wundern, wenn wir auch bei Vererbungsvorgängen auf die Spuren eines rhythmischen Verlaufes kommen. Den Vererbungstheoretikern dürfte der Nachweis dieser Generationsrhythmen Schwierigkeiten bereiten. Zur Lösung des Problems ist engere Fühlung zwischen Vererbungsforschung und Konstitutionsforschung erwünscht.

Bücherbesprechungen.

Liesegang, Dr. Raphael Ed., Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens. 2., vollkommen umgearbeitete Auflage. Dresden und Leipzig 1922, Theodor Steinkopff. 10 M.

Kolloidchemie der lebenden Substanz wäre dem Berichterstatter als richtiger Titel erschienen. Denn es sind in diesem 39 Seiten starken Heftchen eine größere Anzahl von Diffusionserscheinungen in Gallerten beschrieben, die teilweise im Organismus beobachtet werden können, andernteils zur Deutung gewisser biologischer Phänomene dienen können. Aber der Verf. gibt selbst zu, „mit tausend Zungen reden zu müssen", um allein der Rolle des Wassers in organischen Geweben gerecht werden zu können. Von einer „Nachahmung" des Lebens kann keine Rede sein. Immerhin sind die Beobachtungen des Verf.s an kolloiden Medien und die Beziehungen, die er ihnen zu den verschiedensten biochemischen und pathologischen Erscheinungen gibt, so vortrefflich in der Methodik, so schön in ihrer Phänomenologie, daß jeder Naturfreund an diesem Heft seine Freude haben wird. — Schade, daß die Literaturangaben so unvollständig sind! — Zu der Fischerschen Theorie der Liesegang-Ringe (vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XXI, S. 196, 1922) konnte der Verf. leider nicht mehr Stellung nehmen. H. Heller.

Trömmer, E., Hypnotismus und Suggestion. 4. Aufl. 199. Band der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt". Leipzig und Berlin 1922, B. G. Teubner.

Die dritte Auflage dieses Buches wurde in Nr. 6 des Jahrganges 1920 besprochen. Wenn es nach kaum dreijähriger Pause schon wieder eine Neuauflage erleben kann, also stärker begehrt wurde als die meisten anderen Bücher der Sammlung, so ist das hoffentlich wirklich ein „Zeugnis für das Tiefenbedürfnis deutschen Geistes." — Hoffentlich, denn es ist auch der Fall möglich, daß die Nachfrage mit der „Erneuerung mystischer und okkulter Bestrebungen" in Zusammenhang steht. Denn der Laie sieht nun einmal gern die Hypnose im Lichte solcher Vorstellungen. — Wie dem auch sei, es wurde schon damals betont, daß der wirklich lern- und bildungsbegierige Leser an dem Buche keinen Schaden nehmen wird, zumal da der Verf. bemüht gewesen ist, an manchen Stellen sein wohlgelungenes Werk noch zu verbessern. Ein Kapitel über Massensuggestion ist hinzugekommen. Huebschmann (Leipzig).

Ziegler, H. E., Tierpsychologie. 115 S. Klein-8°. 17 Abb. (Sammlung Göschen Nr. 824.) Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wiss. Verleger. Walter de Gruyter & Co. 6 M.

Alles, was man erwarten wird, einschließlich der Geschichte der Tierpsychologie findet man in dem Bändchen leicht faßlich gemäß dem heute in der Wissenschaft gültigen Urteile dargestellt. Auch neueste Feststellungen sind vortrefflich berücksichtigt. Somit wird das Büchlein der Verbreitung wissenschaftlichen Denkens und der weiteren Verständigung zwischen Forscher und Tierfreund gut dienen. Erfreulicherweise ist die Ausstattung der „Göschenbändchen" nun wieder die alte. V. Franz, Jena.

Literatur.

Bruns, Ferd., Die Zeichenkunst im Dienst der beschreibenden Naturwissenschaften. Jena '22, Verlag von Gustav Fischer. Brosch. 90 M., geb. 115 M.

Trautz, Max, Lehrbuch der Chemie. Zu eigenem Gebrauch. 1. Band Stoffe. Berlin und Leipzig '22, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Geh. 150 M., geb. 172 M.

Koorders, Dr. S. H., Exkursionsflora von Java. Umfassend die Blütenpflanzen. 4. Band Atlas 2. Abteilung: Familie 20/21 herausgegeben von Frau A. Koorders-Schumacher. Jena '22, Verlag von Gustav Fischer. Brosch. 20 M.

Michael, Wolfg., Ranke und Treitschke und die deutsche Einheit. (Festrede.) Berlin-Leipzig '22, Verlagsbuchhandlung Dr. Walther Rothschild.

v. Hahn, Dr. Friedrich-Vincenz, Über die Herstellung und Stabilität kolloider Lösungen anorganischer Stoffe. (Mit besonderer Berücksichtigung der Sulfidsole.) Sonderausgabe aus der Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge herausgegeben von Prof. Dr. W. Herz-Breslau. Band. XXVI. Stuttgart '22, Verlag von Ferd. Enke. Preis brosch. 5 M.

Schäffer, Prof. Dr. C., Natur-Paradoxe. Nach Dr. W. Hampsons „Paradoxes of nature and science". III. Auflage. Leipzig-Berlin '22, Verlag von G. B. Teubner. Geb. 35 M.

Inhalt: J. Voigt, Euklidische Geometrie, Physik und die Vierdimensionalität der Materie. (11 Abb.) S. 401. H. Günther, Über Generationsrhythmen beim Menschen. S. 407. — **Bücherbesprechungen:** R. Ed. Liesegang, Beiträge zu einer Kolloidchemie des Lebens. S. 408. E. Trömmer, Hypnotismus und Suggestion. S. 408. H. E. Ziegler, Tierpsychologie. S. 408. — **Literatur:** Liste. S. 408.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 23. Juli 1922. | Nummer 30.

Exaktwissenschaftliches, philosophisches und künstlerisches Welterkennen und Weltbegreifen.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **M. Schwickerath**, Aachen.

Einleitung.

„Alles fließt" das ist letzten Endes die Erkenntnis, zu der man in Wissenschaft, Philosophie und Kunst kommt. Es gibt kein absolutes Wissen, keine absolute Wahrheit, keine absolute Kunst, und ebensowenig eine Ausdrucksform, die einzig und allein die Außenwelt mit ihren Erscheinungen unserm Hirn zum Bewußtsein brächte. Und doch suchen wir immer wieder nach Normen, nach Gesetzen, um uns in dem wogenden Meere der Erscheinungen zurecht zu finden. Die Forderung für den Wissenschaftler, Philosophen und Künstler lautet nicht: „Suche den Stein der Weisen, den Bezugskörper A" — sondern man dürfte vielleicht den vielumstrittenen Satz des Physikers Kirchhoff, den er an den Anfang seiner Mechanik setzt, verallgemeinern und sagen: „Um sich mit der Welt auseinanderzusetzen hat der Wissenschaftler, Philosoph und Künstler die Aufgabe, die Erscheinungen und Bewußtseinsinhalte auf die möglichst vollständigste und einfachste Weise zu beschreiben und darzustellen." Jede Art der Beschreibung (im weitesten Sinne) und Darstellung ist an und für sich berechtigt. Die eine kann vor der anderen nur den Vorzug haben, vollständiger und bequemer zu sein.

Warum sollte deshalb nicht einmal der Versuch erlaubt sein, ohne auch irgendwie eine absolute Richtigkeit zu beanspruchen, die Erscheinungen des philosophischen und künstlerischen Weltbegreifens auf einen Hauptnenner mit denen der exakten Wissenschaften zu bringen, ja die verschiedenen Strömungen und Richtlinien in Philosophie und Kunst an den Disziplinen der exakten Wissenschaften zu erläutern und wenn möglich alle drei zu einer höheren Einheit zu verschmelzen?

Man lasse einmal den Vergleich zwischen exakten Wissenschaften, Philosophie und Kunst gelten, betrachte das eine als Gegenstück des anderen! Zwar könnte statt der exakten Wissenschaften (Mathematik und Naturwissenschaften) jede andere den gleichen Dienst leisten. Jedoch tritt bei den exakten Wissenschaften Entwicklung und Fortschritt weit mehr in den Vordergrund und ferner haben diese Wissenschaften die strengste Scheidung ihrer Disziplinen, die straffste Formulierung und die größte Eindeutigkeit der Symbole erreicht.

So wie sich Philosoph und Künstler auf ihre Weise mit Um- und Inwelt möglichst allumfassend auseinanderzusetzen suchen, so auch zum Teil der exakte Wissenschaftler, der sich mehr und mehr nicht nur auf die „sinnfällige Natur" beschränkt, sondern kühn und mit immer wachsendem Erfolge in das Gebiet der Psychologie und Erkenntnislehre hinübergreift.

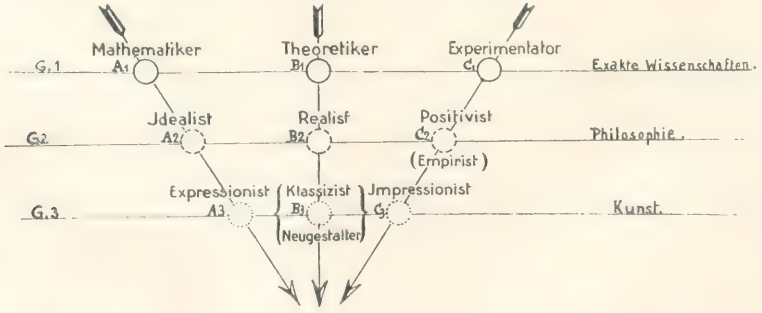
Als letztes Ziel der Untersuchung schwebt demnach folgendes vor: ein möglichst allgemeingültiges (aber nicht absolut wahres) Symbol für das exaktwissenschaftliche, philosophische und künstlerische Welterkennen und Weltbegreifen zu finden, wobei den exakten Wissenschaften außerdem noch die Aufgabe zukommen soll, Ausgangspunkt und Führer bei dieser Untersuchung zu sein.

Dieses Symbol finde ich nun in einfachster und vollständigster Art in dem Bilde dreier Wanderer, die, jeder in seiner Eigenart, dem gleichen Ziele zustrebend, das Land der exaktwissenschaftlichen, der philosophischen und künstlerischen Erkenntnis durchforschen. Möge diesem zunächst etwas schlicht erscheinenden Bilde durch die so auffallend symbolische Lahnfahrt Goethes Anschaulichkeit verliehen werden, von der er selbst sagt: „Und wie nach Emaus weiterging's, mit Geist- und Feuerschritten, Prophete rechts, Prophete links, das Weltkind in der Mitten." Dort haben wir die drei Wanderer, die, wie die Untersuchung zeigen soll, in jedem der 3 Lande der Erkenntnis wiederkehren; rechts den Seher, Schwärmer, Mystiker, links den nüchternen Zweifler und kritischen Skeptiker gegen alles, was nicht empirisch gefunden ist, und zwischen beiden das Weltkind. Das Weltkind Goethe, einmal als den etwas konservativen Mittler, dann aber — fast widersprechend — als den schöpferischen Gestalter. Doch sein Charakter muß ja zwiespältiger sein als der seiner extremen Genossen zur Rechten und zur Linken, wenn er auch oder gerade weil er sich besser der sog. realen Welt anpaßt. Durch Verschmelzung der Extreme von rechts und links entsteht ja die Schöpfung seiner Lebensanschauung, die, eine Zeitlang Träger und Maßstab aller Anschauungen, endlich von neuem durch die gleichen Einflüsse von rechts und links gezwungen, zu noch umfassenderer Gestaltung gelangt. Darum finden wir ja auch in Goethe jene stille und milde Toleranz gegen die Einseitigkeit der idealistischen Richtung, deren berechtigten Kern er zu schätzen weiß, verkörpert, während sich doch sein Gemüt allmählich immer entschiedener zur objektiven Betrachtung der Natur hingezogen fühlt. — Damit möge zunächst das Gepräge der „drei Wanderer" angedeutet sein.

Sehen wir nun zu, ob nicht auf die exakten Wissenschaften zunächst wenigstens nur kurz umrissen dieses Symbol anwendbar ist. In den exakten Wissenschaften sind diese 3 Gestalten in dem Mathematiker zur Rechten, dem nur experimentierenden Naturwissenschaftler (Chemiker und Physiker) zur Linken und dem theoretischen Physiker (Theoretiker) in der Mitte vertreten. Der Mathematiker sieht oft auf den nur experimentierenden Naturwissenschaftler und seine Methode verächtlich herab und umgekehrt der reine Naturwissenschaftler erklärt manches Gebiet der Mathematik als unnötige Spekulation, ja Spielerei! Doch plötzlich ist der Experimentator auf dem toten Punkte angelangt; da tritt der theoretische Physiker hinzu und bringt mit Hilfe der mathematischen Erkenntnisse die neuen Erfahrungssätze des Experimentators, die zunächst zusammenhanglos, ja anscheinend widerspruchsvoll nebeneinanderstanden auf eine knappe, oft überraschend einfache Ausdrucksform, die zunächst fremdartig, bald alle Anschauungen erweitert und erneuert. Und so geht, der, der hofft „mit Hebeln und mit Schrauben" der Natur ihr Geheimnis zu rauben durch Vermittlung des „Theoretikers" eine Zeitlang zusammen mit seinem Genossen, dem ideen- und formenreichen Phantasten, der vielleicht auch etwas von der vorübergehenden Einigung lernt. Doch bald sitzt der Experimentator wieder bei seinen alleinseligmachenden Versuchen und kümmert sich wenig um seine Weggenossen. Und auch der Mathematiker und Theoretiker gehen jeder seines Weges; der erstere den Kopf voll neuer Ideen, der letztere seine neue Gestaltung wahrend und ausbauend, bis er durch neue Erkenntnis von rechts und links gezwungen wird, zu neuer Gestaltung zu greifen. Dieses ewige Schmollen und Versöhnen scheint gut und notwendig zu sein, denn daraus erkärt sich wohl der Siebenmeilenschritt, den sich die exakten Wissenschaften angewohnt haben, zumal man hier schon dazu gekommen ist, die gegenseitigen Schwächen mit einem gewissen Humor zu ertragen.

Findet man nun nicht sofort in der Philosophie die drei Gestalten wieder? Haben wir auch dort nicht in dem Idealisten den Seher und Mystiker, in dem ausgesprochenen Empiriker (Positivisten) den Skeptiker und Zweifler und zwischen beiden im Realisten das ausgleichende Element? Nun braucht ja der Mathematiker nicht unbedingt Idealist, der reine Experimentator nicht unbedingt Empirist (Positivist) und der Theoretiker philos. Realist zu sein, die weitere Betrachtung wird jedoch zeigen, daß diese sich in ihren Anschauungen am ehesten entsprechen, daß ihr Programm und ihre Methode eine starke Verwandtschaft aufweisen, ja sich decken. — Zwar läßt in dem Forschungslande der Philosophie die Toleranz noch viel zu wünschen übrig.

Doch im stärksten Gegensatz finden wir noch unsere 3 Genossen in der Kunst und ihren Richtungen. Hier tobt noch der Kampf am erbittertsten. Liegt es daran, weil hier die Gefühlswerte so stark in den Vordergrund treten? Wie eifert hier der Seher und Schwärmer als Expressionist gegen den resignierenden Zweifler, den Skeptiker, der uns als Impressionist entgegentritt, und wie zaghaft ohne bisher eine neue Gestaltung gefunden zu haben, steht gerade heute zwischen beiden der Mittler, der einsieht, daß sein solange aufrechtgehaltener erstarrter Klassizismus von rechts und links zertrümmert am Boden liegt. — Und wenn auch wieder der Idealist nicht unbedingt Expressionist, der Positivist nicht unbedingt Impressionist, der Realist nicht unbedingt der eine neue Gestaltung suchende Klassizist sein muß, so entsprechen sich doch auch diese Typen so vorzüglich, so daß man sagen könnte, die 3 Typen auf den zu betrachtenden Gebieten sind einander eindeutig zugeordnet wie 3 Punkte (A_1 B_1 C_1) der Geraden G_1 den drei Punkten (A_2 B_2 C_2) der Geraden G_2 und außerdem die drei ersten und die drei zweiten den drei Punkten (A_3 B_3 C_3) auf der Geraden G_3, entsprechend den Schnittpunkten dreier Geraden G_1, G_2, G_3 mit den zu einem Zentrum Z hingehenden Strahlen. Dann würde das Zentrum, nach dem alle Punkte hinzielen, das Ziel aller, das Weltbegreifen und -erkennen darstellen. Möge die folgende Figur das zuletzt Gesagte erläutern:



Unsere Aufgabe besteht also jetzt darin, die behaupteten Analogien zu begründen und das Welterkennen und — begreifen an Hand der exakten Wissenschaften zu erläutern. Hierbei soll zunächst die Analogie der entsprechenden Punkte auf G_1 und G_2 (exakte Wissenschaften und Philosophie) nachgewiesen werden und dann diesem wissenschaftlichen das künstlerische Erkennen gegenübergestellt werden; also $(G_1\ G_2)\ G_3$.

1. Die exakten Wissenschaften.

Betrachten wir zunächst einmal „auf der Geraden G_1" die Mathematik in ihren zwei Hauptteilen, der Analysis und der Geometrie. Nicht als ob wir mehr Mathematik betreiben wollen, als hier unbedingt nötig ist! Wir haben nur die Absicht, uns die Entwicklung und den Aufbau dieser Wissenschaften klar zu machen.

Die ganze Arithmetik und damit auch die Analysis fußt auf 11 Grundgesetzen. Für unsere Betrachtungsweise ist es dabei ganz gleichgültig, daß man sich darüber streitet, ob diese Gesetze mehr durch die Anschauung (Intuition) erkannt worden sind oder ob die Logik einzig und allein daran beteiligt ist. Für die ganzen Zahlen vertragen sich diese Gesetze vorzüglich mit unserer gewöhnlichen Welt, auch noch für die Brüche, obwohl dort schon die Operationen ein etwas formaleres Gepräge annehmen. So wie aber jetzt die Grenzen des „algebraischen Reiches" weiter vorgerückt werden, tritt diese formale Bedeutung immer mehr in den Vordergrund und bei der Multiplikation der relativen Zahlen hat der Mathematiker unsere gewöhnliche Welt schon völlig verlassen.

Denn $(+1)\cdot(+1)$ und $(-1)\cdot(-1)$ hat an und für sich gar keinen Sinn. Wenn man die positiven Zahlen als Vermögen, die negativen als Schulden deutet, so kann es höchstens einen Sinn haben $(+1)$ oder (-1) 1 mal, 3 mal n mal zu nehmen, aber nicht $(+1)\cdot(+n)$ oder $(+1)\cdot(-n)$ usw. Es kann höchstens den Sinn haben, den ich ihm beilege. Dabei fordere ich, daß nur kein Widerspruch mit den früheren Sätzen auftritt und setze rein formal fest: $(-1)\cdot(-1)=+1$ usw.

Ähnlich ist es mit den Symbolen der Dimensionen. a, a^2, a^3 haben noch eine anschauliche Bedeutung: Strecke, Fläche, Körper; aber a^4, $a^5 \ldots a^n$ ist nur eine formale Fortbildung des Potenzprinzips, und nur das mathematische Streben nach eindeutiger Allgemeingültigkeit und hat demnach auch nur formalen Charakter. Diese Symbolik schreitet immer weiter. Von dieser Fähigkeit, Symbole zu schaffen, macht der Verstand nur dann Gebrauch, wenn ihn die Stellung des Problems dazu zwingt. Die Symbole der Wurzel $(\sqrt{\ })$ und die Zahl $i=\sqrt{-1}$ führen dann zur letzten Erweiterung des Zahlenreiches. — Denselben rein formalen Charakter zeigt die höhere Analysis.

Somit beruht die Sicherheit der Analysis nur darauf, daß ihre Grundgesetze, rein formal und ohne Rücksicht auf ihren anschaulichen Inhalt betrachtet, ein logisch widerspruchsfreies System bilden. Der Mathematiker studiert eben nicht die Objekte der gegebenen Welt nur das Formale hat für ihn Interesse.

Ähnlich liegt die Sache bei der Geometrie. Die Geometrie, die man auf der Schule betreibt, ist die euklidische. Ihr Gebäude steht so fest und sicher da, daß es zum Sprichwort des einzig Wahren und Festen geworden ist. Um so größer muß das Erstaunen des Neulings sein, wenn ihm allmählich gezeigt wird, daß sich auch widerspruchslose Geometrien aufbauen lassen, die einfach eins der Axiome, der Grundfesten dieser Wissenschaft, fallen lassen. Hierbei werden ganz andere und zunächst sehr befremdende Lehrsätze aufgefunden, und es wird letzten Endes dargetan, daß die euklidische Geometrie nur ein spezieller Teil dieser nichteuklidischen ist. Jedenfalls wird wohl jeder danach der euklidischen Geometrie nicht mehr die absolute Sicherheit auch für die reale Welt schlechthin zuschreiben können.

Um die Möglichkeit einer anderen Geometrie plausibel zu machen, möchte ich im Zweidimensionalen folgendes Beispiel von Helmholtz angeben:

„Wir wollen uns eine eigenartige Welt vorstellen, die mit Wesen bevölkert ist, die keine Dicke oder Höhe haben und wir wollen ferner voraussetzen, daß diese gänzlich flachen Wesen alle in derselben Ebene sich befinden und nicht aus ihr herauskönnen. Wir nehmen außerdem an, daß diese Welt weit genug von den anderen Welten entfernt sei, so daß sie deren Einfluß entzogen ist. Wenn wir einmal dabei sind, Hypothesen zu machen, so kostet es uns keine Mühe, diese Wesen mit Vernunft auszustatten und sie für fähig zu halten, Geometrie zu treiben. In diesem Falle werden sie dem Raume zwei Dimensionen zuschreiben. Aber wir wollen jetzt voraussetzen, daß diese eingebildeten Lebewesen, indem sie zwar ohne Dicke (Höhe) bleiben, eine kugelförmig gewölbte Gestalt haben und nicht eine flache Gestalt, und daß sie alle auf derselben Kugel wären, ohne Macht zu haben, sich von ihr zu entfernen. Welche Geometrie würden sie konstruieren? Es ist klar, daß sie vor allem dem Raume zwei Dimensionen zuschreiben würden; was würde nun für sie die Rolle der geraden Linie spielen? Offenbar der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten auf der Kugel, d. h. ein Bogen des größten Kreises; mit einem Worte: ihre Geometrie würde die Geometrie der Kugel sein.

Was sie den Raum nennen würden, wird die Kugel sein, von der sie nicht fortkönnen und auf der sich alle Ereignisse abspielen, von denen sie Kenntnis haben können. Ihr Raum wird also ohne Grenzen sein, weil man auf der Kugel immer vorwärts schreiten kann, ohne jemals aufgehalten zu werden und dennoch wird er endlich sein."

Es fragt sich nun: welche Geometrie hat vor der anderen die größere Berechtigung? Dabei kommt man zu dem Schluß, daß es gar keinen Sinn hat, nach der größeren Berechtigung zu fragen, sondern höchstens nach der größeren Zweckmäßigkeit. Alle bestehen vollkommen gleich zu Recht. Am zweckmäßigsten erweist sich im allgemeinen die euklidische Geometrie, aber bei dem erweiterten Einsteinschen Problem genügt nur die nichteuklidische.

Aus allem ersieht man, diese Axiome können nicht als absolute Wahrheiten aufgefaßt werden weder als synthetische Urteile a priori noch als experimentelle Tatsachen. Es sind auf Übereinkommen beruhende Festsetzungen; zwar wird die Wahl unter all den möglichen Festsetzungen von experimentellen Tatsachen geleitet, aber sie bleibt frei und wird nur durch die Notwendigkeit begrenzt, Widersprüche zu vermeiden. In dieser Weise können auch die Axiome streng richtig sein und bleiben, selbst wenn die erfahrungsmäßigen Gesetze, die ihre Annahme bewirkt haben, nur annähernd richtig sein sollten; mit anderen Worten: Die geometrischen Axiome sind nur verkleidete Definitionen und das ganze wissenschaftliche System hat zunächst nur in seiner eigenen Welt Daseinsberechtigung (Poincaré).

Mag man nun auch sagen, diese Darstellung mathematischer Wissenschaft ist mit Poincaré etwas stark pragmatistisch gefärbt, so macht das für die Schlußfolgerungen im wesentlichen nichts aus. Wem es nicht paßt, die Axiome als verkleidete Definitionen anzusehen, mag sie dann eben als synthetische Urteile a priori betrachten. Um so klarer ersieht man, daß für den Mathematiker die Erfahrung ganz oder doch fast ganz ausgeschaltet ist. Mit einer von der stärksten Logik getragenen Phantasie baut er sein Lehrgebäude, rein deduktiv, ohne nach rechts oder links zu sehen, auf. Wer über die „Phantasie" lächeln möchte, dem möchte ich den etwas übertriebenen Ausspruch Kroneckers entgegenhalten: „Mit der Logik allein lockt man keinen Hund vom Ofen. Die Phantasie ist die, die alles schafft. Die Logik ist nur die Dame, die an der Kasse sitzt und die Münze auf ihre Richtigkeit prüft."

Auf diese Art des Mathematikers Erkenntnisse zu gewinnen sieht nun der reine Naturwissenschaftler etwas verächtlich herab. Sein Erkenntnisweg ist genau der entgegengesetzte. Will der Mathematiker von der Erfahrung los, um auf seiner selbstgeschaffenen Basis ungestört weiter zu bauen, so ist die Erfahrung und immer wieder die Erfahrung Anfang und Ende für den reinen Naturwissenschaftler. Nach seiner Ansicht mögen die Formeln der Mathematik ganz wohl und gut sein, man mag sie auch wohl als Verbildlichung der empirisch gefundenen Tatsachen benutzen, aber Wirklichkeitsgehalt besitzen diese Formeln nicht und ebensowenig die mathematisch formulierten Hypothesen; sie sind ein Hilfsmittel, dem aber nie so recht zu trauen ist, und sie sind nur solange wahr, wie sie zweckdienlich erscheinen. Ein einziger Versuch kann sie umstoßen. Und nur der Versuch entscheidet.

Noch weiter geht der reine Naturwissenschaftler und sagt: die sog. „Dinge" selbst kann ich nie erkennen, demnach fort mit diesen Pseudoproblemen! Was ich erkennen kann und will, sind demnach einzig und allein die Beziehungen zwischen den einzelnen Größen, die Abhängigkeiten, die gegenseitigen Bedingtheiten. Damit fällt dann auch der Begriff von Ursache und Wirkung.

Lassen wir einmal dazu den Physiker-Philosophen E. Mach sprechen, der als Physiker oder wenn man will, als philosophierender Physiker diese Anschauung am ausgeprägtesten vertritt: „Wenn wir von Ursache und Wirkung sprechen, heben wir willkürlich Momente heraus, auf deren Zusammenhang wir bei der Nachbildung einer Tatsache in der für uns wichtigen Richtung zu achten haben. In der Natur gibt es keine Ursache und Wirkungen. Die Natur ist nur einmal da. Wiederholungen gleicher Fälle, in welchen A immer mit B verknüpft wäre, also gleiche Erfolge unter gleichen Umständen, also das Wesentliche des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung, existieren nur in der Abstraktion, die wir zum Zweck der Nachbildung von Tatsachen vornehmen. Ist uns die Tatsache geläufig geworden, so bedürfen wir der Herausholung der zusammenhängenden Merkmale nicht mehr, wir machen uns nicht mehr auf das Neue, Auffallende aufmerksam, wir sprechen nicht mehr von Ursache und Wirkung.

Man muß sagen, daß es gar kein wissenschaftliches Resultat gibt, das prinzipiell auch nicht ohne alle Methode gefunden werden könnte. Tatsächlich aber ist in der kurzen Zeit eines Menschenlebens und bei dem begrenzten Gedächtnisse des Menschen, ein nennenswertes Wissen nur durch die größte Ökonomie der Gedanken erreichbar. Die Wissenschaft kann dabei selbst als eine Minimumaufgabe bezeichnet werden, die darin besteht, möglichst vollständig die Tatsachen mit dem geringsten Gedankenaufwand darzustellen."

Wir kommen jetzt zum Vermittler dieser beiden extremen Erkenntnisformen der exakten Wissenschaften, zum theoretischen Physiker (kurz Theoretiker) genannt. Ist auch schon, wie gesagt, in den exakten Wissenschaften bei allen 3 Vertretern eine fördernde Arbeitsgemeinschaft entstanden unter offen eingestandener gegenseitiger Duldsamkeit, so sind trotzdem die Unterschiede durchaus nicht verschwunden und die Abgrenzungen verschwommen.

In dem theoretischen Physiker haben wir so ganz den vermittelnden Schaffer, Gestalter und Erhalter. Dieser sucht die Formelwelt des Mathematikers für das empirisch Gefundene der Physik

zu verwerten und legt den Symbolen des Mathematikers die Deutung unter, die für ihn paßt. So bedeutet dem Physiker die Beziehung $K = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, das eine Mal das Newtonsche Gesetz der Massenanziehung zweier Körper, ein anderes Mal das Koulombsche Gesetz elektrisch geladener Körper. Er zieht unter Benutzung der mathematischen Disziplinen weitere Schlüsse, die dann nachher der Versuch bestätigen soll. Ein solches möglichst allgemeingültiges Deutungssystem, diese unter sehr starker Anleihe bei der mathematischen Wissenschaft aus den empirischen Tatsachen entstandene Schöpfung des Theoretikers bleibt dann meistens eine kürzere oder längere Zeit allgemeine Anschauung und wird — das ist weiterhin wesentlich für den Theoretiker — zuletzt fast als absolute Wahrheit bewertet, bis durch weitere empirische Ergebnisse gezwungen nach hartem Kampfe sich der Theoretiker zu einer neuen Schöpfung entschließen muß.

Als Beispiel möge die klassische Mechanik dienen, zumal die ganze Physik von der Bildhaftigkeit der Mechanik nicht losgekommen ist. Diese Erfahrungswissenschaft ist zuletzt, besonders auf dem Festlande (im Gegensatz zu England) zum rein analytischen System geworden und ihre Gesetze galten als solche, an denen nicht zu drehen und zu deuteln war. Darum auch die Aufregung, als durch weitere Forschung und Erfahrungen auf den Gebieten der Elektrizität und des Lichtes genötigt, diese galiläische Mechanik, diese Deutung mechanischen Weltgeschehens, die Jahrhunderte geherrscht hatte, nicht mehr ausreichte, und deshalb neuschöpfend eine weit gewaltigere, unseren bisherigen Anschauungen befremdliche Beratung von den Mathematikern entliehen werden mußte. Benutzung der nicht euklidischen Geometrie. Dazu führt ja in ihren Konsequenzen die Relativitätslehre, dieser Versuch, den scheinbaren Widerspruch zweier einwandfreier Versuche durch eine neue tragfähige Theorie zu lösen.

Genau so vollzog sich ja auch der Übergang vom geozentrischen System zum heliozentrischen. Was heute als Allgemeingut gilt, galt damals als eine Ungeheuerlichkeit, ein Unsinn.

Ähnlich verhält es sich mit anderen Hypothesen. So kommt es, daß der „Theoretiker" allmählich seine Starrheit und seinen Konservatismus ablegt und ein wenig stark auf die Seite des Empirikers gezogen wird und somit nicht mehr so sehr auf den „Wahrheitsgehalt" seiner Lehre pocht, sondern dieser laut oder doch stillschweigend die Einleitung vorausschickt: „Nach dem heutigen Standpunkte unserer Erkenntnis." Doch durchweg ist der Theoretiker noch nicht so weit, sondern er betont gerade im Gegensatze zu seinem Genossen zur Linken: „Die Hypothesen haben doch eine Wirklichkeitsberechtigung und sind nicht nur Bilder und Formeln. Unsere Atome sind Tatsachen. Nicht die Beziehung, sondern gerade das Ding, das hinter der Erscheinung steht, ist das Wesentliche."

Wir sehen also: der Theoretiker ist zwar der Gefahr ausgesetzt, in Erstarrung zu geraten, das Entwicklungsprinzip aller menschlichen Erkenntnis für eine gewisse Zeit zu ignorieren; doch wird er auch wieder, vermittelnd zwischen dem Mathematiker und „reinen Erfahrungsphysiker", für lange Zeit der Schöpfer und Träger der gesamten exaktwissenschaftlichen Erkenntnis, die neue Forschungen in neuer Form zum Allgemeingut macht. Und immer bedeutet eine solche Umwälzung den Beginn einer neuen Epoche.

2. Die philosophischen Erkenntnisformen und ihre Analogien mit denen der exakten Wissenschaften.

Wir gehen über zu den 3 Punkten der zweiten Geraden, den verschiedenen philosophischen Richtungen. Diese wollen wir jetzt betrachten und dann gleichzeitig mit denen der exakten Wissenschaften vergleichen.

Wir beginnen mit dem Idealismus. Eine Theorie und Erkenntnisform heißt idealistisch, wenn sie wesentlich spekulativ ist, die Erfahrung als minderwertige Erkenntnisquelle erachtet oder doch tatsächlich geringe Rücksicht darauf nimmt. Diese Mißachtung der Erfahrung steigert sich schon bei Plato bis zu einer Konsequenz, wie sie kaum nachher wieder erreicht wurde. In dem Bestreben, daß Gebiet der Vernunft hoch über die Sinnlichkeit zu erheben, verstieg er sich in ein Gebiet, für das dem Menschen weder Sprache noch Vorstellungsvermögen gegeben ist, so daß er sich selbst zuletzt wieder zum bildlichen Ausdruck gezwungen sah. Die Abstraktion wurde so für den Idealisten die Himmelsleiter, auf der er zur Gewißheit emporstieg. Je weiter von den Tatsachen, um so näher glaubte er der Wahrheit zu sein. Für ihn ist eben alle Erkenntnis durch die Sinne Lug und Trug und nur in den Ideen des reinen Verstandes und der Vernunft ist Wahrheit. Nur das begriffliche Denken allein ist imstande, die Dinge klar und ihrem Wesen nach entsprechend aufzufassen. Von diesen selben spekulativen Gesichtspunkten ist das aristotelische System getragen. Fühlt man schon aus all diesen Sätzen die enge Verwandtschaft zwischen dem Mathematiker und dem Idealisten heraus und stammt schon von Plato der Ausspruch: *Μηδεὶς ἀγεωμέτρος εἰσίτω*!, so steht den neueren Idealisten die mathematische Disziplin noch mehr als Vorbild und Richtlinie vor Augen. So wie die Mathematik in reinster deduktiver Form ihr Gebäude auf eine geringe Anzahl von Axiomen aufbaut, so baut auch Descartes sein philosophisches System auf den einen Grundsatz auf: Cogito, ergo sum. — Zwar soll hier sofort erwähnt werden, daß trotz dieses stark idealistischen Zuges Descartes nicht als absoluter Idealist gewertet werden soll, wie die weitere Entwicklung zeigen wird. — Spinoza bedient sich sogar des

mathematischen Gewandes, und bei Leibniz und seinen Zeitgenossen finden wir metaphysisch-idealistische Gedankengänge mit mathematischen verschmolzen. Dies möge folgendes Beispiel aus Cantors Geschichte der Mathematik Bd. III, S. 352 erläutern: Guido Grandi (1671—1742) ein Camaldulensermönch, der in Pisa eine mathematische Professur bekleidete, betrachtete die Formel

$$^1/_2 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \ldots\ldots$$

als das Symbol der Schöpfung aus Nichts. Er faßte zu diesem Zwecke die Glieder der Reihe in folgender Weise zusammen:

$$(1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1) + \ldots\ldots$$

d. h. $0 + 0 + 0 \ldots\ldots$

(Diese Zusammenfassung ist aber unzulässig und ändert die ganze Sachlage; denn jetzt haben wir eine Reihe deren Summe gleich Null ist.)

Auch Leibniz hat in diesem Streit über die Reihe $1 - 1 + 1 \ldots$ der sich an Grandis Auffassung knüpfte, das Wort ergriffen, in einem offenen Briefe an den Philosophen Wolff. Grandi suchte die Formel $^1/_2 = 1 - 1 + 1 - 1 \ldots$ durch ein Rechtsbeispiel plausibel zu machen. „Ein Vater hinterläßt 2 Söhnen einen wertvollen Edelstein, der abwechselnd je 1 Jahr in dem Besitze eines jeden von beiden bleiben soll, ohne veräußert werden zu dürfen. Dann gehört er tatsächlich jedem zur Hälfte, während dessen Besitzrecht durch die Reihe $1 - 1 + 1 - 1 + \ldots$ dargestellt wird." Dieses Beispiel schien Leibniz unzulänglich.

Er suchte sich die Formel $^1/_2 = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 \ldots$ so zurecht zu legen: „Die unendliche Zahl der Reihenglieder kann nur gerade oder ungerade sein. Ist sie gerade, so entsteht 0 als Summe, 1 dagegen, wenn sie ungerade ist. Da aber kein Vernunftsgrund für das vorzugsweise Geradesein oder das vorzugsweise Ungeradesein der Gliederzahl geltend gemacht werden kann, so geschieht es durch eine wunderbare Eigenart der Natur, daß beim Übergange vom Endlichen zum Unendlichen zugleich ein Übergang vom Disjunktiven, welches aufhört, zu dem Bleibenden, welches in der Mitte zwischen dem Disjunktiven liegt, stattfindet. Wie die Wahrscheinlichkeitsrechnung vorschreibt, man habe das arithmetische Mittel, d. h. die Hälfte der Summe, gleich leicht erreichbarer Größen in Rechnung zu ziehen, so beobachtet hier die Natur der Dinge das gleiche Gesetz der Gerechtigkeit.

Leibniz selbst fühlte, wie wenig befriedigend eigentlich diese Argumentation für den Mathematiker sein muß. Deshalb fügt er hinzu: „Diese Art zu schließen ist freilich mehr metaphysisch, aber dennoch sicher, wie denn überhaupt die Anwendung der wahren Metaphysik in der Mathematik, Analysis, in der Geometrie, sogar weit häufiger von Nutzen ist, als man gemeinhin denkt."

Gänzlich erfahrungsfremd sind die auf Kant folgenden Idealisten, die Schiller als eine geistige Dynastie von Nachahmern bezeichnet, die den Pharaonen gleich eine Pyramide um die andere in die Höhe türmten, und nur vergaßen, sie auf den festen Boden zu gründen.

Demnach entsprechen sich die mathematische Disziplin im Exakt-wissenschaftlichen und die idealistische in der Philosophie so sehr, daß man ihre Grundsätze sogar in den gleichen Worten vereinigen kann. Diese Grundsätze würden etwa folgendermaßen lauten: „Die Erfahrung ist eine sehr minderwertige, ja so gut wie gar keine Erkenntnisquelle. Die Erkenntnisse a priori und die sich durch deduktives Denken ergebenden Sätze sind die einzig wahren. Das Denken ist imstande, die Dinge klar und deutlich und ihrem Wesen nach entsprechend aufzufassen. Hier haben wir die höchste Vollkommenheit und die wahre Welt."

Zuletzt sei nochmals erwähnt, daß bei diesem einseitigen Betonen des reinen Denkens zuweilen diese Philosophie zur philosophischen Dichtung wird.

Der philosophische Empiriker und der reine Naturwissenschaftler des exakt-wissenschaftlichen Gebietes sind entwicklungsgeschichtlich so sehr einer durch den anderen bedingt, so vollkommen aneinander gewachsen, und miteinander mächtig geworden, daß es schon fast gezwungen erscheint, wenn man beide trennen will.

Der Empiriker sagt: „Das einzige Motiv des Fortschrittes ist der empirische Faktor. Nur auf Grund der Erfahrung läßt sich ein synthetisches Urteil bilden. Alle unsere Begriffe, selbst die abstraktesten und allgemeinsten sind aus Erfahrungen hervorgegangen und aller Inhalt unseres Denkens kann auf sie zurückgeführt werden. Das Denken allein verstrickt sogar in Irrtümer, sofern man sich nicht genau an seinen empirischen Sinn hält und vor Vertauschung heterogener Begriffe hütet."

Diese Entwicklung bei Protagoras, dem Präger des Wortes: „Der Mensch ist aller Dinge Maß", beginnend, steigert sich dann erst spät bei den englischen Empiristen bis zum äußersten Radikalismus, bis zur völligen Auflösung des Substanzbegriffs in eine Verbindung von Empfindungsinhalten (Farben, Töne, Drucke), d. h. also wiederum nicht die Dinge sind die Elemente, sondern die Empfindungen gleich wie bei dem reinen Naturwissenschaftler die Beziehungen. Mach ist es wiederum, der diesen Standpunkt neben anderen sog. relativistischen Positivisten vertritt und der nicht besser als durch seine eigenen Worte erläutert wird: „Alle Wissenschaft hat Erfahrungen zu ersetzen oder zu ersparen durch Nachbildung und Vorbildung von Tatsachen in Gedanken, welche Nachbildungen leichter zur Hand sind, als die Erfahrung selbst und diese in mancher Beziehung vertreten können. Diese ökonomische Funktion der Wissenschaft, welche deren Wesen ganz durchdringt, wird schon durch die allgemeinsten Überlegungen klar.

Die Natur setzt sich aus den durch die Sinne

gegebenen Elementen zusammen. Der Naturmensch faßt aber zunächst gewisse Komplexe dieser Elemente heraus, die mit einer relativen Stabilität auftreten und die für ihn wichtiger sind. Die ersten und ältesten Worte sind Namen für „Dinge". Hierin liegt schon ein Absehen von der Umgebung der Dinge, von den fortwährenden kleinen Veränderungen, welche diese Komplexe erfahren und welche als weniger wichtig nicht beachtet werden. Es gibt in der Natur kein unveränderliches Ding. Das Ding ist eine Abstraktion, der Name ein Symbol für einen Komplex von Elementen, von deren Veränderung wir absehen. Daß wir den ganzen Komplex durch ein Wort, durch ein Symbol bezeichnen, geschieht, weil wir ein Bedürfnis haben, alle zusammengehörigen Eindrücke auf einmal wachzurufen. Sobald wir auf einer höheren Stufe auf diese Veränderungen achten, können wir natürlich nicht zugleich die Unveränderlichkeit festhalten, wenn wir nicht zum Ding an sich und ähnlichen widerspruchsvollen Vorstellungen gelangen wollen. Die Empfindungen sind auch keine „Symbole der Dinge". Vielmehr ist das „Ding" ein Gedankensymbol für einen Empfindungskomplex von relativer Stabilität. Nicht die Dinge (Körper) sondern Farben, Töne, Drucke, Räume, Zeiten (was wir gewöhnlich Empfindungen nennen) sind die eigentlichen Elemente der Welt."

Auch hier können wir ohne Zwang den „reinen Naturwissenschaftler" und den „Empiriker" in seinen Anschauungen verschmelzen. Denn was ist die ganze Physik anderes als ein Beziehungssystem zwischen Drucken, Räumen und Zeiten. Man denke an die Zurückführung jeder Beziehung auf die drei Dimensionen: M, L, T; Masse, Länge, Zeit. Als Programm dieser beiden entsprechenden Punkte der Geraden G_1 und G_2 erhalten wir also demnach ungefähr folgendes:

„Alle Wissenschaft hat die Aufgabe Erfahrung zu ersetzen. Es gibt nur Beziehungen und Abhängigkeiten von Drucken, Räumen, Zeiten, Farben, Tönen; diese sind die eigentlichen Elemente der Welt. Das Ding ist ein Gedankensymbol für einen Empfindungskomplex von relativer Stabilität. Die Natur ist nur einmal da."

Ruft auch Schiller den Transzendental- und Naturphilosophen zu:

„Feindschaft sei zwischen Euch! Noch kommt das Bündnis zu frühe!
Wenn Ihr im Suchen Euch trennt, wird erst die Wahrheit erkannt!"

so sucht doch der Realist zwischen dem Idealisten und extremen Empiristen zu vermitteln. Für ihn ist das reine Denken des Idealisten nicht allein maßgebend, andererseits sind aber für ihn die „Dinge an sich" nicht nur Symbole, Abstraktionen wie für den Empiristen, sondern diese haben gerade Wirklichkeitsgehalt in sich. Der Realist sagt: „Gerade die Dinge hinter den einzelnen Erscheinungsformen sind die Elemente der Welt. Darum fort mit der Philosophie des „Als ob". Von Jugend auf zwingt uns das Leben dazu notgedrungen, solche „Realitäten" anzunehmen und wenn diese auch später zunächst eine scharfe Kritik zu bestehen haben, deshalb verschwinden sie aber nicht in eine wesenlose Abstraktion. Denn es gibt doch in der Natur substratloses psychisches Geschehen und die Hypothesen haben doch einen „wahren" Kern in sich."

Genau wie nun der Theoretiker der exakten Wissenschaften sich immer mehr zum reinen Naturwissenschaftler hinneigt, so schwenkt auch der Realist immer mehr nach dem Empiristen (Positivisten) hin.

Als erster Hauptversuch, eine solche Vermittlung der beiden Extreme herzustellen, dürfte wohl die dualistische, Körper und Geist scheidende Philosophie Descartes trotz der stark idealistischen Basis ihres Aufbaues zu bezeichnen sein. Descartes stellt sich gegen die dogmatistische aristotelische Philosophie, um zwar dann nach dem Zweifel an allem das Weltbild rein deduktiv aufzubauen. Doch dieser idealistische Aufbau ist nicht ganz konsequent; so sind seine „Lebensgeister" echte materiell gedachte „Materie", sie wirken ausschließlich nach physikalischen Gesetzen.

Doch ein anderer, in der idealistischen Anschauung erzogen, aber von einem Empiriker aus „dem dogmatischen Schlummer geweckt", sollte eine haltbarere Verbindung zwischen rein empirisch begriffener Natur und einer idealistischen Metaphysik herstellen. Das ist Kant. Kants Verdienst ist es ja, daß er die Sinnlichkeit zu einer dem Verstande gleichberechtigten Erkenntnisquelle erhoben hat, seine Schwäche, daß er überhaupt einen von allem Einfluß der Sinne freien Verstand fortbestehen ließ. Seitdem ist in der Philosophie keine gleichbedeutende vermittelnde Schöpfung hervorgebracht worden. Die Entwicklung ist noch nicht so weit gediehen, wie in den exakten Wissenschaften, wo ja auch eigentlich erst durch die Relativitätstheorie eine starke Verschiebung des Gesamtbildes nach links zum Positivisten hin eingetreten ist. Doch im wesentlichen sind die Entwicklung wie auch das Programm des physikalischen Theoretikers und des Realisten die gleichen.

Beide (Theoretiker und Realist) stellen eine Neuschöpfung und dann einen Ruhepunkt in der Entwicklung dar, eine erweiterte Basis, die einmal den neuen empirischen Erkenntnissen gerecht wird, dann aber auch mit Hilfe der Mathematik bzw. des Idealismus Begriffe schafft, die allmählich zum Allgemeingut werden und damit in eine gewisse Starrheit verfallen.

3. Die künstlerischen Ausdrucksformen und ihre Analogien mit den drei exakt-wissenschaftlichen und philosophischen Erkenntnisrichtungen.

Charakterisieren wir nun die verschiedenen Kunstrichtungen und versuchen wir zugleich ihre

Verwandtschaft mit den exakt-wissenschaftlichen und philosophischen Weltanschauungen darzutun!

Wir beginnen mit dem Expressionisten und seinem Gegenstück, dem Mathematiker-Idealisten. Wir haben gehört, der Mathematiker-Idealist sieht auf die Erfahrung verächtlich herab, wenn sich auch vielleicht seine Axiome, — was er aber unbedingt abstreitet —, daraus entwickelt haben; auf diesen Axiomen baut er rein formal sein Lehrgebäude auf, das durchaus nicht der realen Welt entspricht. Der Expressionist möchte ebenfalls am liebsten überhaupt keine Erfahrung gelten lassen, doch sicher nicht — genau wie der Mathematiker-Idealist — von ihr geleitet werden. Sein Ruf ist: „Los von der Natur". — Jede Kontrolle am Objekt wird ausdrücklich verschmäht. Geist, das ist der Ersatz, der für die Natur gegeben werden soll. Ist dieses Ersetzen auch nicht gänzlich durchführbar, so versucht der Expressionist es doch und oft mit der größten Konsequenz, um so sein „Tiefsterschautes", die von aller Außenwelt befreite Welt seines Ichs von sich geben zu können. Und nicht selten scheinen ja auch diese expressionistischen Formen aus einer anderen Welt zu kommen.

Fast wie eine Übersetzung der mathematisch-idealistischen Anschauung in das Gebiet der Kunst und Kunsttheorie klingt es, wenn man einige Programmsätze Edschmidts, Marcs u. a. liest. — Man urteile selbst: „Der Expressionismus wendet sich gegen die Natur; er will die Natur überwinden. — Die Welt ist da, es wäre zwecklos, sie zu wiederholen. — Die Wirklichkeitsillusion ist keine Bedingung des künstlerischen. — Man muß ein Ding, das man aus dem Chaos fixiert hat, noch verwandeln, als ob es nie mit anderen Dingen in Beziehung gestanden hätte. Das Problem des Expressionismus ist, durch seine Arbeit der Welt Symbole zu schaffen, die auf die Altäre der kommenden Religion gehören und hinter denen der Erzeuger verschwindet (Marc). — Ein neues Weltbild soll entstehen, das nichts mehr mit den Zerstücklungen des Impressionismus zu tun hat, das vielmehr einfach, wesentlich ist und darum schön." Die durchaus nicht geringe ästhetische Wirkung der Mathematik beruht ja auch hauptsächlich auf ihrer Einheitlichkeit, ihrer Vernachlässigung und Abstraktion alles Nebensächlichen und ist auch eben deshalb vom expressionistischen Standpunkte aus schön.

Wie im Programm, so finden wir auch in der Entwicklung des Expressionismus auf Schritt und Tritt seine Wesensähnlichkeit mit der Mathematik und dem Idealismus. Wie entwickelte sich die mathematisch-idealistische Erkenntnisform? Auf Realem (der Erfahrung) fußend, lockerte sie immer mehr dieses Band und das führte zu der uns bekannten Anschauung. Wie begann die neue künstlerische Richtung? Was versuchten ihre Vorläufer Strindberg, van Gogh, Munch? Auch sie wollten heraus aus den stets wechselnden Formen des Werdens und Bestehens. Sie wollten die Welt „konstruieren". Sie suchten eine Formel, eine Stilisierung des ewig Veränderlichen; zwar blieben sie noch meistens auf dem realen Boden stehen. Doch das dauerte nicht lange bei ihren Nachfolgern! Immer mehr und konsequenter entwickelte sich das Streben, sowohl in der Form und auch im Wesen seine eigene Welt zu schaffen; man sucht eine Welt zum Ausdruck zu bringen, wie sie nur im Hirne des Einzelwesens, in diesem einen Ich besteht, diesem Ich, das keinen Analogieschluß auf die anderen zulassen mag. Als weitere Konsequenz ergab sich dann jede Flucht vor der Wirklichkeit.

Dieses Abwenden von der realen Welt führt dann — denken wir zunächst besonders einmal an die Malerei und Plastik — zu weiterem Irrealen wie in der Mathematik und dem Idealismus. Das fortwährende Abstrahieren, Schematisieren, die Forderung der Monumentalität, Flächenhaftigkeit und Einheitlichkeit führt direkt zur mathematischen Formulierung. So entsteht die Vorliebe für mathematische Figuren als bestimmte Symbole. Zum Teil soll nur das Zweidimensionale, ja sogar das Eindimensionale Berechtigung haben.

So kann sich zuletzt sogar das „naturalistischste" Objekt, die Landschaft, nicht der Symbolisierung entziehen. Auch sie wird dem Herrscherwillen des Künstlers untertänig gemacht. Er will meistens nicht die und die Landschaft wiedergeben, sondern das Bild eines tiefaufgewühlten Traumes mit aller Kraft der Vermenschlichung. — Haben wir nicht in allem das Gegenstück zum mathematisch-idealistischen „Phantasten"?

Die Welt des Unwirklichen ist das gesuchte Paradies! Hier kann sich uneingeschränkt der heißeste Wille, die ungebändigte Kraft austoben, wenn auch mit einer eigenartigen Logik. Es ist ein konsequentes Aufbauen auf bestimmter, oft eigentümlicher Basis. Denken wir an Hasenclevers „Sohn"! — Der Jüngling ist es ja, der sein „Ich" noch nicht mit der gegebenen Welt in Übereinstimmung bringen kann, dessen Seelenleben noch nicht der realen Welt konform ist. Er sieht gewissermaßen alles so an, wie es auf unseren geographischen Modellen ist. Auch hier ist die Erhöhung im Gegensatz zur Flächenausdehnung viel zu groß genommen, damit eine größere Anschaulichkeit hervorgebracht wird. Das Modell ist überhöht. So steht es auch mit der Seele des Sohnes — und jedes Jünglings. Diese „Überhöhung des Geistigen", dieses zu kraftvolle, konsequente Aufbauen auf einer bestimmten, zu engen Lebensbasis, ist es ja auch, was der Jugend die weit größere Begeisterungsfähigkeit gibt, den Enthusiasmus. Und hiermit kommen wir zu weiteren Wesensähnlichkeiten zwischen Mathematik und Expressionismus.

Die gewaltige Stoßkraft, — der Physiker würde sagen: das Potential-, das Jugendliche, Bejahende, Begeisterungsfähige und damit das Kosmopolitische sind die vorzüglichen Eigenschaften, die Expres-

sionismus und Mathematik-Idealismus gemeinsam haben. Woher nimmt Mathematik und Idealismus diese Stoßkraft? Aus der ungeheuren Konsequenz, auf der sie auf der einmal angenommenen Basis, ohne rechts und links zu schauen, ihre Systeme entwickeln. Woher nimmt sie der Expressionismus? Aus der gleichen Quelle! Und die Begeisterung? Nun, das macht ja zum Teil den Expressionismus aus. Weshalb heißt er denn Ausdruckskunst? Andererseits ist es wohl auch nicht Zufall, daß aus dem Munde Novalis, der von Expressionisten so geschätzt wird, die Worte stammen: „Das Leben der Götter ist Mathematik. Alle göttlichen Gesandten müssen Mathematiker sein. Reine Mathematik ist Religion. Die Mathematiker sind die einzig Glücklichen. Der Mathematiker ist Enthusiast per se. Ohne Enthusiasmus keine Mathematik." Dann ist es aber auch eine bekannte Tatsache, daß gerade die Mathematik wie auch der Idealismus ihre Anhänger gänzlich in ihren Bann zieht.

Zuletzt möge noch die Musik besonders erwähnt werden. Ihre nahe Verwandtschaft mit Mathematik und Idealismus ist bekannt. Sie ist im Grunde immer expressionistische Kunst.

Natürlich haben Expressionist und Mathematiker-Idealist auch noch andere Eigenschaften der Jugend gemein. Gerade weil diese drei Gegenstücke so deutungsreich und -fähig sind, vertragen sie sich nicht mit der realen Welt; sie sind weltfremd und werden von falschen Propheten verkündet zur Schablone und leeren Form.

Wir kommen zum Impressionismus! Auch dessen Programm klingt fast bis ins kleinste wie eine Übersetzung der zu einer Einheit verschmolzenen empiristisch-positivistischen Anschauung. Der Impressionist sagt: „Alles ist Simmung". Wie heißt es beim Positivisten? „Was wir Empfindungen nennen, das sind die eigentlichen Elemente der Welt!" Ferner ist das Wort Fausts dem Impressionismus auf den Leib geschrieben: „Am farbigen Abglanz haben wir das Leben." Das soll ja heißen: „Das ewig Wechselnde in Farbe und Licht ist das Leben." Was sagt der Positivist: „Die Natur ist nur einmal da", d. h. in jedem Augenblicke ändert sie ihr Gesicht, die gegenwärtigen Beziehungen sind andere geworden; es gibt keine Normen. „Ein weiteres Gebot des Impressionisten lautet: „Je ungezwungener, je zufälliger und je ursprünglicher der Eindruck des Kunstwerkes ist, um so besser ist es, schaffe nichts, was gedanklich vollkommen sein will, denn das gibt es nicht." Der entsprechende Satz des Positivisten lautet: „Es gibt keine Ursachen und Wirkungen, es gibt nur immer wechselnde Beziehungen." — Mach sagt einmal ungefähr folgendes: „Lieber will ich an einem Weltbilde mitschaffen, das zwar unvollkommen ist, aber sich auf das tatsächlich Gegebene (die Beziehungen) aufbaut, als Anhänger eines vollkommenen Weltbildes zu sein, das sich zum Teil auf unkontrollierbare (nur aus dem Intellekt) stammende Hypothesen stützt und daraus seine Stärke nimmt, so daß ich bei jeder neuen Erfahrung ein Einstürzen des ganzen Gebäudes befürchten muß."

Welche Methoden benutzt nun der Empiriker-Positivist, um das unvollkommene Weltbild zu ergänzen und zu vervollständigen? Er sucht die Natur möglichst bis ins Kleinste nachzubilden. Je mehr ihm das gelingt, je mehr „Größen" er in seiner Nachbildung betrachten kann, um so besser ist seine Aufgabe gelöst. Ist er sich auch der Tragik bewußt, daß er niemals das Ende des „Grenzprozesses" erreichen wird, so ist er doch von seinem Wege als dem einzig möglichen überzeugt. Um nun die einmal bekannten Größen in allen möglichen Variationen kennen zu lernen, verändert er bald die eine, bald die andere; so soll die Natur möglichst genau nachgebildet werden, er experimentiert.

Die gleichen Wege beschreitet der Impressionist in dem Versuche eines künstlerischen Weltbegreifens und in manchen Gebieten der Kunst, besonders der Malerei ist es ihm möglich, mit einem Schlage sein Programm der Verwirklichung sehr nahe zu bringen. Doch, wo er es nicht auf den ersten Schlag fertig bringt, bedient er sich auch des Experiments und der Variation wie der Empirist und Positivist.

Um das im einzelnen darzutun, betrachten wir zunächst die Malerei. Gerade hier zeigt sich die Durchführung des impressionistischen Programms in der besten Konsequenz. Hier kann ja am ehesten eine Nachbildung der ewig wechselnden Natur geschaffen werden. Darum ist dem Impressionisten jeder Ausschnitt aus der Natur recht, der sich ihm bietet. Je zufälliger, um so reiner wirkt das Bild ja als bloßer Sinneseindruck, um so klarer unterscheidet man: Alles ist im Flusse und das Bild soll nur ein Eindruck sein, soll aber nichts bedeuten. Auf Empfindungen baut sich die Welt auf und Empfindungen sollen darum auch das Bild beherrschen! Alles, was durch Deutung gewonnen wird, ist verpönt. Die augenblicklichen Eindrücke von Farbe und Licht rücken in den Vordergrund. Es ist nicht nötig, etwas zu erkennen, sondern man soll nur empfinden. In jedem Sonnenstäubchen schwingt des Lebens ewiger Rhythmus und darum ist es gleich, ja sogar besser, den Gegenstand möglichst unwichtig zu nehmen und so, wie er im Augenblick erschaut wird. Deshalb wird der Skizze so große Beachtung geschenkt, denn da fühlt man noch das pulsierende Leben, das gar zu leicht aus dem langsam gewordenen Bilde entschwindet.

Aus tausenden und abertausenden kleinsten Mosaiksteinchen soll das Weltbild aufgebaut werden, genau wie beim Experimentator aus unendlich vielen Versuchen. Genau wie der buntschillernde Schmetterlingsflügel sich in unzählige Schuppen unter dem Mikroskope auflöst, so sucht auch zuletzt der Impressionist sein Bild aufzubauen. Mit Hilfe optisch-physikalischer Kennt-

nisse wird das Auge zu einem neuen Sehen erzogen. — Erfahrungsresultate, wohin wir schauen!

Auch hier ist sich der Künstler genau wie der Wissenschaftler der Tragik klar bewußt, daß er nämlich nie den Grenzprozeß ganz durchführen kann, doch auch er hält an seiner Anschauung fest, weil er in ihr den einzigen Weg sieht, der zum Ziele führen könnte. So kommt es, daß der Impressionismus trotzdem er sich an Luft, Licht und Farbe berauscht, in seiner Grundstimmung negierend, pessimistisch oder sagen wir besser — resignierend ist. Er hat es aufgegeben, ein stolzes Gebäude zu errichten. Nein, lieber zurück zu den letzten Elementen, den Empfindungen! — Dieses Resignierende des Impressionismus gibt sich ja auch unter vielen anderen in der Vorliebe für matte Farben kund.

Wie sich der wissenschaftliche Empirist mehr oder weniger in seinem Schaffen von seinen Versuchen treiben läßt, so finden wir auch beim Impressionisten die bewußte Ausschaltung des eigenen Willens, mehr das Erdulden (Empfinden) als die tatkräftige Handlung.

Diese letztere Eigenschaft tritt besonders bei der impressionistischen Plastik hervor. Darin liegt die Bevorzugung des Frauenkörpers als des lässigeren, weicheren gegenüber dem männlicheren begründet. Aber auch bei männlichen Plastiken haben wir statt des Gehens mehr ein „Gegangenwerden", statt des Wollens mehr ein Erdulden. Man denke an Rodin (Bürger von Calais, Balsac). Die Sensibilität ist es ja, die bis aufs höchste gesteigert wird und werden soll! Typisch für diese ganze Auffassung sind die Worte H. v. Hofmannsthals, die er im „weißen Fächer" Miranda sprechen läßt:

„Wer bin denn ich, welch eine Welt ist dies,
In der so Kleines hat so viel Gewalt!
Kein Festes nirgends! Droben nur die Wolken,
Dazwischen, ewig wechselnd, weiche Buchten
Mit sehnsuchtsvollen Sternen angefüllt. —
Und hier die Erde, angefüllt mit Rauschen
Der Flüsse, die nichts hält. Des Lebens Kronen,
Wie Kugeln rollend, bis ein Mutiger drauf
Mit beiden Füßen springt; Gelegenheit,
Das große Wort; wir selber nur der Raum,
Drin tausende von Träumen buntes Spiel
So treiben, wie im Springbrunn Myriaden
Von immer neuen, immer fremden Tropfen;
All unsre Einheit nur ein bunter Schein,
Ich selbst mit meinem eignen Ich von früher,
Von einer Stunde früher grad so nah,
Vielmehr so fern verwandt, als mit dem Vogel,
Der dort hinfliegt. — Weh, in dieser Welt
Allein zu sein, ist übermaßen furchtbar.
Dies fühl' ich, da ich meine Schwachheit nun
Erkenne: aber daß ich dieses fühle
Ist meiner Schwachheit Wurzel, Unser Denken
Geht so im Kreis, und das macht uns so hilflos."

So wird sogar in der Musik, der expressionistischsten Kunst, jede gedankliche Verknüpfung verbannt. Auch hier haben wir das bewußte Betonen des Ewigwechselnden, der Empfindungs- und Stimmungsmalerei. Auch die impressionistische Musik hat nur die Aufgabe von einem augenblicklichen Erlebnis zum anderen zu führen.

Diese impressionistische Wirkung auf Auge und Ohr findet in der impressionistischen Dichtung beredte Verkündigung. Bleiben wir zunächst bei dem einen Hauptvertreter H. v. Hofmannsthal. Er hat am tiefsten das empiristisch-positivistische Wort empfunden: „Nur die Beziehungen, die Abhängigkeiten können wir erkennen, doch können wir nicht hinter die Dinge schauen." In jeder Zeile klingt das durch, aber auch zwischen allen Zeilen schwingt das flimmernde Leben wie in den impressionistischen Bildern.

Selbst die Variationsmethode des wissenschaftlichen Empiristen treffen wir an! Bei H. v. Hofmannsthal in dem kleinen Drama „Der Tor und der Tod." Noch präziser in Wedekinds „Erdgeist". Jedesmal in jedem Akte wird das gleiche Experiment vorgeführt mit einigen Veränderungen und den daraus sich bedingenden Abhängigkeiten. Ebenso in Schnitzlerschen Dramen, wo eine Verknüpfung einer fortlaufenden Reihe von Größen hergestellt wird.

Auch die Loslösung der Dichtung aus den Banden der hergebrachten Form hat in dem bewußten Betonen des Relativen, des Funktionellen seinen Ursprung.

Wie es scheint ist nie der Kampf der Kunstrichtungen so hart und scharf geführt worden, wie heute. Woran das liegt, möge zunächst dahingestellt bleiben. Wie sehr auch der Ruf nach einen neuen Schöpfer und neuen Träger erschallt, noch ist dieser nicht erschienen und so betrachten wir nur den Erhalter, den erstarrten Klassizismus, den wir in gleicher Weise gegen Im- wie Expressionismus Front machen sehen. Diesen Klassizismus hat G. Keller im ersten Gasel der Trinklaube treffend geschildert:

„Unser ist das Reich der Epigonen,
Die im weiten Zwischenreiche wohnen;
Seht wie ihr noch einen Tropfen presset
Aus den alten Schalen der Zitronen?
Geistiges ist mäßig noch vorhanden
Auch des Lebens Süße wird noch lohnen;
Wasser flutet uns in breiten Strömen
Brauchen es am wenigsten zu schonen!
Braut den Trunk für lange Winternächte,
Bis uns blühen neue Geisteskronen
Und der Dichtung Fahrzeug mag entrinnen
Dem Bereich der grausen Lästrygonen!"

Noch ist das Fahrzeug der Kunst diesem Bereiche nicht entronnen! Noch gilt in der Dichtung unsere klassische Zeit mit ihren Ausstrahlungen landläufig als die bestehende Ausdrucksform, als die Sprache, in der sich Dichtung am vollendesten ausspricht. Schon etwas weniger gelten in der bildenden Kunst und der Malerei die epigonenhafte, zur Schablone gewordene Form der vorigen Jahrhunderte als die allgemeingültige. In der Musik aber scheint erst das stets wachsende Verständnis für Beethoven zur neuen Formel zu führen.

Doch gerade Im- und Expressionismus zeigen ja, daß außer vielleicht in der Musik die alte Form unwiderruflich zertrümmert am Boden liegt und es keinen Rückweg mehr zu ihr gibt.

Die Verwandtschaft dieses Klassizismus mit dem philosophischen Realismus und der mit ihm verschmolzenen Anschauung des theoretischen Physikers erkennt man besonders in der Dichtung. Diese ist ja auch heute noch durchtränkt von Goethescher Art, die wir ja als Symbol des neuschöpfenden und erhaltenden Realismus erkannt hatten. Doch die Bereicherung an Form- und Klangfülle, die auf die Rechnung des Impressionismus kommt, und ein neugeformter Idealismus drängen alle zu einem Neuschöpfer, einem neuen Träger. In der Malerei bilden die mehr von Idealismus erfüllten italienischen Klassiker und die vom Empirismus herkommenden großen Holländer, die vorhandenen extremen Kraftzentren, die neu schöpfend zu vereinen sind, und vielleicht auch schon in den großen Werken der Impressionisten eine solche Form gefunden haben; denn wir sehen ja überall, daß in der ganzen Entwicklung ein Verschieben nach links — im Exaktwissenschaftlichen z. B. zum Empiristen hin — statthat. Doch das näher zu untersuchen, möge die Aufgabe des Schlusses sein.

Schluß.

Die Wesensähnlichkeit der verschiedenen Typen in den betrachteten Erkenntnisgebieten liegt noch tiefer. Stellt Mathematik, Idealismus und Expressionismus das jugendliche Element dar, so Empirismus und Impressionismus das Alter, das Ende einer Kultur. Das stimmt überein mit der Äußerung Hamanns, das Auftreten des Impressionismus sei immer das Zeichen einer Endkultur. Idealistisch-expressionistische Epochen hat es immer gegeben ebensogut wie empiristisch-impressionistische.

Jedoch trotz der gegenwärtigen, so stark betonten expressionistischen Richtung, die sich mit ihrer ganzen Berechtigung ausleben will und soll, darf man doch seine Augen der Tatsache gegenüber nicht verschließen, daß die Entwicklung der ganzen Erkenntnis sich doch stark zugunsten der Empirie verschoben hat. Ist die Welt auch noch zu jung dazu, um sich ganz der Resignation hinzugeben, nachdem bei immer reicher werdenden Kenntnissen versucht worden ist, zu einer klaren, befriedigenden Formulierung in dieser Welt der Erscheinung zu kommen, so ist sie aber auch nicht mehr jung genug, um diese Erfahrungen einfach außer acht zu lassen.

Die Einsteinsche Theorie, als deren geistigen Vorläufer man wohl die kritische und doch lebensbejahende Erscheinung Machs ansehen muß, wird, falls sie zum Träger unserer exaktwissenschaftlichen Anschauung wird, doch eine sehr starke Abneigung gegen jede absolutistische Auffassung darstellen und gleichzeitig wird damit die relativistisch-positivistische Anschauung in der Philosophie gewinnen und auch die künstlerische Ausdrucksform nicht unverändert lassen. Doch wer weis ob schon diese „Unsumme" von Erfahrungen und Kenntnissen erreicht ist, die eben nötig ist, um den Hang des Menschen nach einem in sich fertigen, widerspruchsfreien System zu bezwingen.

Man könnte sagen: Idealismus und Expressionismus verkörpern sich in dem Faust der klassischen Walpurgisnacht, dem mutigen Eindringer in die Geisterwelt, der Empirismus und Impressionismus in Helena, dem ewig Weiblichen, ewig sich Entwickelnden, der von größtem Rhythmus durchschwingten Stoffülle. Aus ihrer Vereinigung entsproßt Euphorion, der Träger einer neuen Weltanschauung, nach dem in Wissenschaft, Kunst und Leben der Ruf durch alle Welt geht.

Literaturangaben.

Poincaré, Wissenschaft und Hypothese.
—, Wert der Wissenschaft.
Mach, Mechanik in ihrer Entwicklung (kritisch betrachtet).
— —, Analyse der Empfindungen.
— —, Erkenntnis und Irrtum.
F. A. Lange, Geschichte des Materialismus.
Külpe, Einleitung in die Philosophie.
Study, Die realistische Weltanschauung und die Lehre vom Raum.
Hamann, Impressionismus in Kunst und Leben.
E. v. Sydow, Die deutsche expressionistische Kultur und Malerei.

Über das Farbensehen bei Wespen.

Von **Ludwig Armbruster.**
Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie Dahlem.

[Nachdruck verboten.]

Den verdienten Forschern Lubbock und Forel wollte es nicht gelingen, Wespen auf Farben zu dressieren, ganz im Gegensatz zu Bienen und Hummeln. Seither war man geneigt, den Wespen den Farbensinn abzusprechen. Forel schreibt zwar an einer Stelle[1]) vorsichtig: „Man kann Wespen nicht so wie Bienen und Hummeln mit Farben täuschen, doch genügt diese Tatsache nicht etwa als Beleg dafür, daß sie die Farben schlecht unterscheiden". Aber auch er setzt gleich darauf als feststehend voraus, „daß Wespen, wie Lubbock zeigte, nur einen unscharfen Farbensinn besitzen". Negativer Versuchsausfall hat immer etwas Mißliches an sich. Das machte auch mir anfangs Mühe, als ich im Sommer 1921 Wespen (Vespa saxonica) abzurichten begann, um ihre psychischen Fähigkeiten genauer mit denen der Bienen zu vergleichen und

[1]) Das Sinnesleben der Insekten. München 1910, S. 30.

die Richtigkeit von Schlüssen zu prüfen, welche die vergleichende Gehirnanatomie nahelegte.[1])

Farbige Quadrate stellte ich nach von Frisch-schem Vorbild zu einem bunten Schachbrett zusammen, immer die Farbeanordnung wechselnd. Auf Blau Nr. 13[2]) wurde stetsfort in einem Uhrschälchen Zuckerwasser gefüttert, auf allen übrigen (im ganzen von einer Glasplatte bedeckten) Schachbrettfeldern standen leere Uhrschälchen. Von Zeit zu Zeit wurden die Wespen examiniert: die Farbenquadrate neu durcheinandergewürfelt und das Blau 13 diesmal wie alle anderen Farben mit einem leeren Uhrschälchen bedacht. Die Bienen lassen sich bekanntlich mit Promptheit und Zähigkeit auf dem Blau nieder, obwohl es jetzt unergiebig ist. Denn es hat sich bei ihnen eine Assoziation gebildet: „Blau"—„Futterquelle". Ganz anders die Wespen: Dies unruhige Geschlecht tanzt in unstetem Fluge ganz „wie verwirrt" über dem Schachbrett umher. Das Blau 13 wurde auch nicht etwa dadurch ausgezeichnet, daß über demselben eine mehr oder weniger deutliche Wespenwolke schwebte. Diese Auszeichnung wurde höchstens der Stelle zuteil, wo zuletzt (auf dem Blau der vorangegangenen Schachbrettanordnung) gefüttert worden war. In ungezählten Versuchen während des langen Abrichtens war das Ergebnis stets gleich negativ. Ein Grund für dieses Versagen war bald gefunden: im Gegensatz zum Bienenversuch hat die Wespe es offenbar nicht nötig, zur Feststellung des Nichtvorhandenseins oder des Vorhandenseins von (für uns geruchlosem) Futter sich erst an Schälchen niederzulassen. Deshalb wurde mit Hilfe der Kästchenmethode (2 blau maskierte Kästchen, innen je mit geruchlosem Futter beschickt; und 2 leere Kästchen, vorn mit der Gegenfarbe, bei mir Gelb 4, maskiert) dressiert. Die Kästchen werden dabei andauernd neu umgestellt. Beim Versuch werden sie ersetzt durch vier Kästchen, welche den Dressurkästchen äußerlich genau entsprechen, jedoch samt und sonders leer und duftlos sind. Auch diese Kästchenmethode schloß sich enge an die von K. v. Frisch benutzte an. Doch hatte ich meine Kästchen etwas anders eingerichtet, um genauer zählen zu können. Jetzt bei dieser Kästchenmethode überwog der Versuch mit der Dressurfarbe Blau 13 deutlich den Besuch der Kästchen mit der Dressurgegenfarbe Gelb 4 (vgl. die Übersicht Versuch 1 bis 3).

Im Verlaufe des ersten Dressurtages hatte sich die Besucherzahl gemehrt. Aber nicht nur dies, das Ergebnis bei späteren Versuchen war prozentual nicht schlechter sondern besser geworden. Die Bevorzugung der Blaukästchen ist ganz deutlich.[1]) Blau und Gelb werden deutlich unterschieden.

Können die Wespen auch andere Farben noch unterscheiden, welche Farben verwechseln sie leicht, können sie in Farbenmischungen die Dressurfarbe herausfinden, richten sie sich überhaupt nicht nur nach Helligkeitswerten bei der Unterscheidung der Dressurfarben (ein Moment, das von Forel u. a. übersehen wurde), sondern wirklich nach den Farbwerten, nach den (reflektierten) Lichtarten mit den verschiedenen Wellenlängen? Wie ist ihre Farbentüchtigkeit verglichen mit jener der Bienen (vgl. Fall 4 bis 11)?

Es wurde in den Zwischenzeiten zwischen den Versuchen wie bisher weiter dressiert (gefüttert) auf Blau 13 bei der Gegenfarbe Gelb 4. Nur wurde beim Versuch die eine (oder gar beide) dieser zwei Farben ersetzt durch eine ganz neue, auf dem Spektrum ± benachbarte Farbe. Diese sog. Verwechslungsversuche gaben also sozusagen Antwort auf die Fagen: 1. „Erscheint Euch diese Farbe mehr Blau oder Gelb ähnlich?" 2. „In welchem Maße erscheint sie Euch ähnlich?" und vor allem: 3. „Unterscheidet Ihr sie an den verschiedenen Helligkeitswerten oder an den eigentlichen Farbtönen?"

Siehe Tabelle Seite 421.

Auf die Frage 1 gaben Auskunft die Versuche 4 bis 15; auf die Frage 2 insbesondere die Versuche 4 und 11, 6, 7 und 8; auf die Frage 3 insbesondere der Versuch 10; auch Versuch 11 verglichen mit Versuch 3. Denn Blau 12, Blau 13, Violett 14, Purpur 15 lassen sich den Helligkeitsstufen nach zwar ordnen, gäben dann aber eine deutlich andere Rangordnung als die, welche die Wespen durch ihr Verhalten aufstellen. Ein Kontrollversuch mit Hilfe einer reicheren Grauserie, etwa nach dem Schachbrettverfahren ist bei der Eigenart der Wespen technisch leider unmöglich. Aber wohl auch nicht mehr gerade sehr nötig. Aus den Farbenmischungen Purpur 15 und Blaugrün 11 erkennen die Wespen den Blauanteil offenbar deutlich heraus. Von der Stelle des Spektrums etwa Grüngelb 6 bis Blaugrün 11 nahm man bekanntlich geraume Zeit an, sie erscheine den Bienen als mehr oder weniger farblos grau. Die dressierten Wespen reagierten auf diese einzelnen Grüngelb- bis Blaugrünfarben jedenfalls deutlich verschieden. Ultraviolett insbesondere wäre noch besonderen Untersuchungen vorzubehalten. Es wird aus dem gleichen Grunde, weswegen die

[1]) Armbruster 1919, Bienen- und Wespengehirne. In: Arch. f. Bienenkunde I, 5.

[2]) In der Bezeichnung der bekannten Heringschen Papiere, in Originalen zusammengestellt bei K. v. Frisch 1914. Der Farbensinn und Formensinn der Biene, in: Zool. Jahrb. (Phys.) Bd. 35, Taf. 5. Auch in Buchausgabe.

[1]) Am besten zu ersehen aus der Spalte mit den Prozentzahlen. Zahlen über 100 zeigen an und messen die Bevorzugung, Zahlen unter 100 das Gegenteil. Es wurde großes Gewicht darauf gelegt, bei den Versuchstieren die Entstehung anderweitiger (Orts-, Helligkeits-, Geruchs- usw.) Assoziationen zu vermeiden. Die Vorbeugeeinzelheiten werden anderwärts genauer geschildert bei Untersuchungen über das Formensehen usw. von Bienen und Wespen. U. a. hat sich ein bifilar aufgehängtes Drehkreuz gut bewährt. Schon der Wind sorgte dafür, daß es stetsfort horizontal rotierende Schwingungen machte. Vgl. auch Armbruster 1922: Vom Hören der Insekten (Bienen). In: Naturwissenschaften Jahrg. 10.

Maßzahlen zur Art des Farbensehens bei Wespen.

Bei allen Versuchen war zuvor in Kästchen mit Blau 13 (+ Kästchen, Dressurkästchen) gefüttert worden, Kästchen mit Gelb 4 (— Kästchen, Gegenkästchen) standen leer dabei.

Versuch Nr.	Zeit [1]	+ Besuch		— Besuch		Zusammen	Auf 100 — Besucher kommen an + Besuchern:	Ergebnisse
		Farbe	Zahl	Farbe	Zahl			
	11. VIII. 1921							
1.	11^{10}	Blau 13	162	Gelb 4	66	228	245,45	klar +
2.	12^{30}	„ 13	272	„	77	349	353,24	„
3.	3^{30}	„ 13	311	„	93	404	334,41	„
4.	4^{15}	Purpur 15	260	„	61	321	426,23	Purpur 15 wird aufs schärfste von Gelb 4 unterschieden, erscheint den Wespen (wie den Bienen) blauähnlich. „Lieblingsfarbe"?
5.	5^{35}	Blaugrün 11	131	„	39	170 [2])	335,89	Blaugrün 11 erscheint scharf von Gelb 4 verschieden, ziemlich Blau 13-ähnlich.
6.	6^{03}	„ 11	199	Grüngelb 6	90	200	221,11	Zwischen Blaugrün 11 und Grüngelb 6 wird schön scharf unterschieden, schärfer als bei Fall 8.
7.	6^{15}	Grüngelb 6	65	Gelb 4	77	142	84,41	Grüngelb 6 erscheint dem Blau 13 unähnlich und fremder als Gelb 4, im übrigen gelbähnlich.
	12. VIII. 1921							
8.	9^{30}	Gelblichgrün 7	116	„	101	217	114,85	Gelblichgrün 7 („hell") erscheint zwar gelbähnlich aber auch noch etwas blauähnlich (blauhaltig).
9.	10^{30}	Grüngelb 6	34	„	36	70	94,44	Gleichsinnig wie Fall 7, auch zahlenmäßig ordentlich getroffen.
10.	1^{00}	Blau 13	323	Blau 12	360	683 [3])	89,72	Helligkeitsstufen werden schlecht, eher falsch unterschieden.
11.	3^{00}	„	191	Violett 14	178	369	107,30	Violett 14 wird ganz im Gegensatz zu Purpur 15 von Blau 13 nur ganz mäßig unterschieden.
12.	4^{00}	„	186	Rot 2	212	398	87,73	Rot enthält stärkeren Zuzug als selbst die Dressurfarbe. „Lieblingsfarbe"?
13.	5^{00}	„	296	„Schwarz" [4])	216	511	136,57	Obwohl „Schwarz" von Gelb 4 verschieden erscheint, erhält es starken Zuzug. Der Wirkung nach erscheinen Rot und Schwarz verwandt, aber noch graduell verschieden.
14.	5^{30}	„	331	Orange 3	180	511	183,88	Die beiderseitigen Nachbarfarben von Gelb 4 nämlich Orange 3 und (Zitron-) Gelb 5 werden von Gelb 4 deutlich unterschieden, denn als Gegenfarben stoßen sie die Wespen deutlich weniger ab als die Gegenfarbe Gelb 4 selbst (vgl. Versuch 14).
15.	6^{30}	„	254	Gelb 5	103	357	146,61	
						3811		

[1]) Dressurbeginn 11. VIII. 1921 morgens 9 Uhr. Die Schachbrettdressur auf Blau 13 ging voran und mag nachgewirkt haben. [2]) Kurz vorher Gewitter. [3]) Darunter offenbar „ungelernte" Neulinge. [4]) „schwarz" war für uns etwa vom Dunkelheitsgrad der photogr. Einwickelpapiere, dabei etwas braunstichig.

Schachbrett-Dressur fehlschlug, bis auf weiteres Schwierigkeiten machen, Wespen auf reine Spektralfarben zu prüfen und somit physikalisch „sauber" zu arbeiten. Aber 1. kann man schon jetzt die Leistungsfähigkeit der Pigmentpapier-Dressuren messen an den so wertvollen Ergebnissen der Kühn-Pohlschen Bienendressuren[1]) auf reine Spektrallinien und 2. haben die gleichen Göttinger Forscher laut freundl. briefl. Mitteilung von Prof. Kühn sich bemüht zu messen, welche Energiemengen durch die einzelnen Heringschen Papiere bei Beleuchtung mit verschieden-welligem Licht reflektiert werden. Es wäre zu wünschen und ist zu hoffen, daß auf diese Weise „Licht" fällt auf die Wirkungsweise z. B. der „Lieblingsfarbe" Purpur 15. Aber schon jetzt sehen wir, daß die Wespen offenbar ein ähnlich gutes Farbenunterscheidungsvermögen haben wie die Bienen. Die Versuche sind in dieser Hinsicht ziemlich genau so ausgefallen wie man sie vorausgesagt hätte bei einem Menschen mit normalem Farbensinn (auch hier abgesehen von den Farben mit ganz kleiner und ganz großer Wellenlänge). Die Gegner des Farbensehens bei niederen Tieren dürfen also in Zukunft sich auch nicht mehr auf den Wespenfall berufen, der ja bisher in der Tat ziemlich rätselhaft war.

[1]) Kühn und Pohl 1921: Dressurfähigkeit der Bienen auf Spektrallinien. In: Naturwissenschaften Jahrg. 9.

Einzelberichte.

Eine Mikromethode der Bestimmung des Molekulargewichtes.

Die neue ebenso einfache wie vielfach anwendbare Methode hat Karl Rast zum Erfinder.[1]) Es handelt sich dabei um eine kryoskopische Bestimmung, bei der Kampfer als Lösungsmittel dient.

Bekanntlich sinkt der Schmelzpunkt der gewöhnlichen organischen Lösungsmittel für ein Mol Substanz im kg nur um einige Grade. Man mußte also bisher für die Molekulargewichtsbestimmung den bekannten Beckmannschen Apparat mit seinem empfindlichen Thermometer benutzen. Im Kampfer liegt nun ein Lösungsmittel vor, dessen Schmelzpunkt um nicht weniger als 40 Grad herabgedrückt wird, wenn 1 Mol. der zu untersuchenden Substanz im Liter aufgelöst ist. (Für Benzol 5, für Wasser 1,86 Grad!) Da der Kampfer ein beträchtliches Lösungsvermögen besitzt, so ist seine Verwendung für den angegebenen Zweck sehr allgemein möglich. Man kann in den meisten Fällen allermindestens viertelnormale Lösungen herstellen. Da solche noch eine Erniedrigung von 10 Grad ergeben, ist die Verwendung eines gewöhnlichen Thermometers möglich. Da man ferner nur sehr wenig Substanz für eine Schmelzpunktsbestimmung benötigt, so handelt es sich um eine Mikromethode.

Man macht die Bestimmung in einem gewöhnlichen Schmelzpunktsapparat. Einige Milligramme des Stoffes werden mit der 10—20fachen Menge Kampfers zusammengeschmolzen. Von der Schmelze wird in ein Röhrchen gefüllt und nunmehr in der üblichen Weise der Schmelzpunkt bestimmt. Der Kampferkuchen sieht aus wie tauendes Eis mit einem (nur mittels Lupe sichtbaren) Kristallskelett darin. Sobald die letzten Kriställchen verschwunden sind und damit eine klare Schmelze eingetreten ist, ist der in Rechnung zu setzende Schmelzpunkt erreicht. Einschließlich Wägung dauert eine Bestimmung etwa 20 Minuten. Die vom Verf. mitgeteilten Messungen sind sehr genau und gestatten die Entscheidung für ein gesuchtes Molekulargewicht zweifelsfrei. Statt des natürlichen kann synthetischer Kampfer verwendet werden. Man hat lediglich ein für allemal den jeweiligen Schmelzpunkt zu bestimmen.

Die Methode darf als ein wichtiger Fortschritt bezeichnet werden. H. H.

[1]) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 55, S. 1051, 1922.

Über das photochemische Äquivalentgesetz von Einstein.

Über die bei chemischen Wirkungen des Lichtes umgesetzte Energie hat Einstein die Formel aufgestellt:

$$Q = Nh\gamma.$$

Dieser Ausdruck besagt, daß jedes der Lichteinwirkung unterliegende Molekül die Energiemenge $e = h\gamma$ aufnimmt, wenn γ die Schwingungszahl des Lichtes und h die Plancksche Konstante bedeutet. Wird ein Mol umgesetzt, so müßte mithin die aufzuwendende Energie den in der oben angegebenen Formel stehenden Betrag haben, worin N die Konstante von Avogadro in der von Loschmidt berechneten Größe bedeutet. Drückt man die Energiemenge Q in Kalorien aus, so ergibt sich für jede Wellenlänge also eine bestimmte Anzahl von Kalorien, die dem reagierenden Stoff zugeführt und von ihm aufgenommen werden muß. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über diese Beziehung zwischen Wellenlänge und Energiemenge, ausgedrückt in großen Kalorien:

Wellenlänge in $\mu\mu$	$Q = Nh\gamma$ in großen Kalorien
800	35
700	40
600	47
400	70

Wellenlänge in $\mu\mu$	$Q = Nh\gamma$ in großen Kalorien
200	140
100	279
1	$3 \cdot 10^4$
0,01	$3 \cdot 10^6$
0,001	$3 \cdot 10^7$

Die graphische Darstellung dieser Verhältnisse ergibt eine hyperbolische Kurve, die sehr schnell asymptotisch der Unendlichkeit zustrebt. Das äußerste Ultraveil bereits trägt sich mit etwa 300000 Kalorien; mit noch kleineren Wellenlängen sollte die photochemische Wirkung noch weit größer werden; so groß, daß nach unseren chemischen Erfahrungen die Moleküle zertrümmert werden müßten. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Reaktionsgeschwindigkeit nach dem Ultraveil wieder abnimmt. Dieser Widerspruch und einige andere Erwägungen veranlassen J. Plotnikow zu einer Nachprüfung des Gesetzes von Einstein überhaupt.[1])

Von vornherein macht Plotnikow auf einen grundlegenden Mangel der zurzeit angewendeten Form des „Gesetzes" aufmerksam: sie sagt aus, daß alle Umsetzungen in allen Medien bei allen Temperaturen mit gleicher Geschwindigkeit verlaufen müßten. Das ist eine thermodynamisch unmögliche und erfahrungsgemäß niemals realisierbare Aussage der Formel. Wenn Weigert[2]) die bisherigen Gesetze der Photochemie für überlebt erklärt und dem Einsteinschen Ausdruck die bedeutungsvolle Bezeichnung „Faraday-Einstein-Gesetz" beilegt, so entspricht dem keine sachliche Unterlage.

In der Formel nach Einstein wird chemische und Lichtenergie einfach gleichgesetzt. Der erfahrungsgemäß individuelle Charakter der photochemischen Umsetzungen verbietet dies jedoch. Vielmehr handelt es sich lediglich um einen Ausdruck für die photoelektrischen Beziehungen, wie er sich in älteren Formeln auch schon findet, insbesondere in der Formel von Grotthus und van t'Hoff.

In der Tat lehrt eine von Plotnikow mitgeteilte Zusammenstellung der bisherigen Versuche zur Prüfung der Einsteinschen Formel an der Erfahrung, daß diese von der Formel in einer so oberflächlichen Weise gedeckt wird, daß von einem „Gesetz" nicht die Rede sein kann. Die Formel hat völlig versagt in zahlreichen Versuchen von Warburg und Pusch, sowohl bei Photolysen wie bei Polymerisationen und Vereinigungen, etwa von $H_2 + Br_2$. Bei Substitutionen ergab sie mangelhafte Übereinstimmung in Versuchen von Noddack.[1]) Der Fehler betrug im Durchschnitt 10 %, erreichte z. T. sogar 90 %! Nur in zwei von Warburg gemessenen Reaktionen war die Übereinstimmung von Formel und gemessenen Werten befriedigend. Von einem „Gesetz" kann also in der Tat nicht geredet werden; merkwürdigerweise geschieht das jedoch zumeist. Weigert, der noch vor kurzem das Grotthussche Gesetz zur Norm nahm, verwirft dieses jetzt und glaubt aus einem wirren Punktsystem die Richtigkeit der Einsteinformel „beweisen" zu können. Demgegenüber wird auf eine Arbeit von Cohen[2]) verwiesen, die die Formulierung von Grotthus voll bestätigt. — Man wird die Formel Einsteins mithin mit größter Vorsicht in bestimmten Einzelfällen anwenden, ihr aber keinen allgemeinen Gültigkeitswert beilegen dürfen. H. H.

[1]) Zeitschr. f. wissensch. Photographie 21, S. 134, 1922.
[2]) Zeitschr. f. Physik 5, S. 421, 1921.

Neues über den dreiatomigen Wasserstoff.

Zur Chemie des „Hyzons", der dreiatomigen, dem Ozon entsprechenden Form des Wasserstoffs,[3]) liegen einige neue Untersuchungen vor, die die bisher mitgeteilten Entstehungsbedingungen und Eigenschaften des interessanten Stoffes weiter aufklären. Gerald Wendt und Mitarbeiter[4]) fanden drei neue Bedingungen, die die aktive Form des Wasserstoffs entstehen lassen. Zunächst die stille elektrische Entladung in der auf die Temperatur des flüssigen Ammoniaks gekühlten Ozonröhre von Siemens, sodann die Tesla-entladung, endlich die Ionisation, die ein elektrisch zum Glühen gebrachter Platindraht hervorruft. Auf diese Weise gewonnener aktiver Wasserstoff wird von fein verteiltem Platin, Nickel, Kupfer, Blei und Cadmium zersetzt, während bemerkenswerterweise Gold, Silber, Zinn, Wismut, Zink und Aluminium ohne Einwirkung sind.

Hyzon wurde auch verflüssigt. Dies gelang erwartungsgemäß schon bei der Siedetemperatur des Ozons, —119°. Bei dieser Temperatur zeigt die Spektraluntersuchung eine stetige Verstärkung des sekundären Linien- und eine gleichzeitige Abschwächung des primären Serienspektrums. Dies deutet auf eine allmähliche Bildung von H_3 hin. Die Vermutungen über den Mechanismus der Bildung des Hyzons werden dadurch bestätigt, desgleichen die Formel H_3, nicht aber die eines Iso-H_2 von Baly, die von anderer Seite zur Grundlage des Atomaufbaus vieler schwerer Atome gemacht worden ist. H. Heller.

[1]) Zeitschr. f. Elektrochemie 27, S. 359, 1921.
[2]) Rec. d. Trav. chim. d. Pays-Bas 39, S. 243, 1921.
[3]) Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XIX, S. 527, 1920.
[4]) Journ. of the Americ. Chem. Soc. 44, S. 510, 1922.

Literatur.

Ostwald, Wilh., Die Farbenlehre. IV. Buch: Physiologische Farbenlehre von Dr. H. Podestà. Leipzig '22, Verlag Unesma G. m. b. H. Geh. 40 M., geb. 50 M. und 20% Sort.-Zuschlag.

Hagen, Werner, Die deutsche Vogelwelt nach ihrem Standort. Ein Exkursionsbuch zum Kennenlernen der Vögel. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung.

Kryptogamenflora für Anfänger. Band II, 1. Dr. Gustav Lindau, Die mikroskopischen Pilze. II. Auflage. Berlin '22, Verlag von Julius Springer. Brosch. 63 M., geb. 72 M.

Neumann, Karl W., Am Wald entlang. Erlebte und erschaute Tiergeschichten. Leipzig, Verlag von Quelle und Meyer. Geb. 22 M.

Verworn, Max, Aphorismen. Jena '22, Verlag von Gustav Fischer. Brosch. 8 M.

Schröders Allgemeiner deutscher Universitäts- und Hochschulkalender für das Jahr 1922. Kirchhain N.-L., Brücke-Verlag Kurt Schmersow.

Sammlung Göschen, Geschichte der Zoologie und ihrer wissenschaftl. Probleme von Prof. Dr. Rud. Burckhardt. Neu bearbeitet von Dr. H. Erhard. Band I. Bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts. Berlin-Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Geb. 9 M.

Sammlung Göschen, Geschichte der Zoologie und ihrer wissenschaftl. Probleme von Prof. Dr. R. Burckhardt. Neu bearb. von Dr. H. Erhard. Band II. Von der Mitte des 18. Jahrhunderts bis zur Jetztzeit. Berlin-Leipzig '21, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Geb. 9 M.

Mönnig, Dr. Hermann O., Über Leucochloridium macrostomum (Leucochloridium paradoxum Carus). Ein Beitrag zur Histologie der Trematoden. Jena '22, Gustav Fischer. Brosch. 25 M.

Dannemann, Dr. Ferdinand, Aus der Werkstatt großer Forscher. 4. Aufl. Leipzig '22, Wilhelm Engelmann. Geh. 75 M., geb. 115 M.

Biologische Arbeit, Dr. L. Schmidt, Die Herstellung einfacher mikroskopischer Präparate aus dem Tierreich. Heft 12. Freiburg i. Br. '21, Theodor Fischer. 10 M.

Biologische Arbeit, Dr. Willy Wolterstorff, Die Molche Deutschlands und ihre Pflege. Heft 13. Freiburg i. Br. '21, Theodor Fischer. 10 M.

Hagen, Werner, Unsere Vögel und ihre Lebensverhältnisse. Die Beziehungen des Vogels zu seiner Umwelt. Freiburg i. Br. '22, Theodor Fischer. 15 M.

Graf, Georg Engelbert, Entwicklungsgeschichte der Erde. 2. Aufl. Berlin '22, Verlagsgenossenschaft „Freiheit".

Weil, Dr. Arthur, Die innere Sekretion. Eine Einführung für Studierende und Ärzte. 2. Aufl. Berlin '22, Julius Springer. Brosch. 36 M., geb. 48 M.

Behm, Hans Wolfg., Ewiger Frühling. Plaudereien zur Naturästhetik und Lebensfreude. Rastatt i. Bad., Süddeutsche Verlagsanstalt G. m. b. H.

Kleinschmidt, O., Die Singvögel der Heimat. 3. Aufl. Leipzig '21, Quelle u. Meyer. Geb. 50 M.

Handovsky, Dr. Hans, Leitfaden der Kolloidchemie für Biologen und Mediziner. Dresden-Leipzig '22, Theodor Steinkopff. Geh. 45 M.

Meyer, Dr. Semi, Traum, Hypnose und Geheimwissenschaften. Volkshochschulvorträge. Stuttgart '22, Ferd. Enke.

Funke, Dr. G. L., Onderzoekingen over de Vorming van Diastase door Aspergillus Niger van Tiegh. Haag '22, Martinus Nijhoff. 2 Fl.

Janet, Charles, Note Préliminaire sur L'orthebionte des Characees. '21, Imprimerie Jumontier & Hague, Beauvais.

Verhandlungen der geologischen Staatsanstalt. Jahrgang 1921, Nr. 1/12 (Schluß). Wien '21, Verlag der Geologischen Staatsanstalt. In Kommission bei R. Lechner.

University of California Publications in Zoology. Vol. 20, Nr. 8. Charles A. Kofoid and Olive Swezy, Mitosis and Fission in the Active and encysted Phases of Giardia Enterica (Grassi) of Man, with a Discussion of the Method of Origin of Bilateral Symmetry in the Polymastigote Flagellates. University of California Press Berkeley, California.

Verhandlungen der geologischen Bundesanstalt. Nr. 1. Wien '22, Jänner.

Jahrbuch der geologischen Staatsanstalt. Jahrgang 1921, LXXI. Band, 3. u. 4. Heft. Wien '21, Verlag der Geologischen Staatsanstalt. In Kommission bei R. Lechner.

Schaffer, Dr. med., Lehrbuch der Histologie und Histogenese. 2. Aufl. Leipzig '22, Wilh. Engelmann. Geh. 245 M., geb. 290 M. Ab 1. Juli 1922 100% Verleger-Teuerungs-Zuschlag.

Hertwig, Dr. Rich., Lehrbuch der Zoologie. 13. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 100 M., geb. 130 M.

Lehmann, Ernst, Die Theorien der Oenotheraforschung. Grundlagen zur experimentellen Vererbungs- und Entwicklungslehre. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 140 M.

Leche, Wilhelm, Der Mensch. Sein Ursprung und seine Entwicklung. In gemeinverständlicher Darstellung. 2. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 80 M., geb. 100 M.

Oltmanns, Dr. Friedr., Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl., Bd. 1: Chrysophyceae-Chlorophyceae. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 100 M., geb. 130 M.

Wolff-Krauße, Die forstlichen Lepidopteren. Systematische und biologische Übersicht. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 100 M., geb. 125 M.

Mitteilungen der preußischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht Heft 6.

Koch-Lowartz, Zoologische Bestimmungsübungen. Leipzig '22, Quelle & Meyer.

Strömgren, Elis, Astronomische Miniaturen. Berlin '22, J. Springer. Brosch. 36 M.

Grammel, B., Die mechanischen Beweise für die Bewegung der Erde. Berlin '22, J. Springer. Brosch. 24 M.

Wissenschaftl. Forschungsberichte. Naturwissenschaftl. Reihe, hrsg. v. Dr. Liesegang, Band IV. Die drahtlose Telegraphie und Telephonie, bearb. v. Dr. Lertes. Dresden und Leipzig '22, Theod. Steinkopff. Geh. 32 M.

Wagner, Dr. Paul, Geographie für die Oberklassen höherer Lehranstalten. I. Allgemeine physische Erdkunde. München und Berlin '22, R. Oldenbourg. Brosch. 11 M.

Wagner, Dr. Paul. Geographie für die Oberklassen höherer Lehranstalten. II. Erde und Menschheit. München und Berlin '22, R. Oldenbourg. Brosch. 20 M.

Müffelmann, Hedwig, Bilder aus der Sternenwelt. Eine leichtverständliche Einführung in die Himmelskunde. 2. Aufl. Hermannsburg '22, Verlag der Missionshandlung. Brosch. 18 M.

Hirscht, Karl, Der Kakteen- und Sukkulenten-Zimmergarten in Idealismus und Praxis. 3. Aufl. Neudamm '22, J. Neumann. Geh. 30 M.

Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 61.

Meißner, Entfernungs- und Höhenmessung in der Luftfahrt. Braunschweig '22, Fr. Vieweg & Sohn. Geh. 16 M. und Teuerungszuschlag.

Sammlung Vieweg. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 62.

Siebel, Die Elektrizität in Metallen. Braunschweig '22, Fr. Vieweg & Sohn. Geh. 12 M. und Teuerungszuschlag.

Brandt, Prof. Dr., Physikalisches Praktikum. I. Teil. Mechanik, Akustik, Wärme, Optik. 3. Aufl. Karlsruhe '22, Braunsche Hofbuchdruckerei und Verlag.

Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Lief. 57. Hrsg. v. Prof. Dr. Abderhalden. Abt. VII. Methoden der vergleichenden morphologischen Forschung. Heft 1.

Inhalt: M. Schwickerath, Exaktwissenschaftliches, philosophisches und künstlerisches Welterkennen und Weltbegreifen. (1 Abb.) S. 409. L. Armbruster, Über das Farbensehen bei Wespen. S. 419. — **Einzelberichte:** K. Rast, Eine Mikromethode der Bestimmung des Molekulargewichtes. S. 422. J. Plotnikow, Über das photochemische Aquivalentgesetz von Einstein. S. 422. G. Wendt, Neues über den dreiatomigen Wasserstoff. S. 423. — **Literatur:** Liste. S. 424.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band: der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 30. Juli 1922. | Nummer 31.

Gregor Mendel und sein Werk.

Dem Begründer der Vererbungswissenschaft zum 100. Geburtstag.

[Nachdruck verboten.]

Von **Hans Nachtsheim**, Berlin.

In diesen Tagen feiert die Biologie den 100. Geburtstag eines Mannes, der uns als Frucht seiner wissenschaftlichen Tätigkeit nur einige wenige kleine, zu seinen Lebzeiten kaum gelesene Abhandlungen hinterlassen hat, und der doch heute zu den größten Biologen aller Zeiten zählt, den Geburtstag des Augustinerpaters Johann Gregor Mendel. Und unter den wenigen Abhandlungen, die seiner Feder entstammen, ist eigentlich nur eine, die seinen Namen unsterblich gemacht hat, seine im Jahre 1865 veröffentlichten „Versuche über Pflanzenhybriden". In aller Kürze und dabei doch mit einer vorbildlichen Klarheit berichtet hier Mendel auf 44 Seiten über seine ausgedehnten, mit einer großen Zahl verschiedener Erbsen- und Bohnensorten ausgeführten Kreuzungsexperimente und teilt die von ihm beobachteten Gesetzmäßigkeiten im Verhalten der einzelnen Merkmale der verschiedenen Sorten bei der Kreuzung mit. Die Arbeit erschien, ohne daß jemand von ihr Notiz nahm, und als Mendel fast zwei Jahrzehnte später starb, ahnte niemand, daß er der Entdecker einiger bedeutungsvoller Naturgesetze war, und daß seine kleine Abhandlung noch zum Fundament einer großen Wissenschaft werden sollte. 35 Jahre blieb das Werk Mendels verschollen. Erst um die Jahrhundertwende wurden unabhängig voneinander drei Forscher, die ähnlichen Fragen nachgingen wie Mendel selbst, auf die Arbeit des Augustinerpaters aufmerksam, konnten seine Ergebnisse glänzend bestätigen, und diese Wiederentdeckung Mendels wurde nun zum Ausgangspunkt für eine machtvolle Entfaltung eines neuen Zweiges der Biologie, der Vererbungswissenschaft, deren wesentlichster Teil dem Begründer zu Ehren heute als Mendelismus bezeichnet wird. Kaum jemals hat eine Wissenschaft eine so rasche Entwicklung genommen wie die Vererbungswissenschaft in den wenigen Jahren, die seit der Wiederentdeckung Mendels hinter uns liegen. Eine große Zahl von Forschern aller Kulturnationen müht sich um die Lösung mendelistischer Probleme, eine schier unübersehbare, von Jahr zu Jahr wachsende Fülle von Arbeiten bringt uns die Erfolge dieser Bemühungen, und je tiefer man dringt, desto mannigfaltiger werden die Probleme, desto mehr Nachbargebiete zieht die Vererbungswissenschaft in den Bereich ihrer Forschung mit ein. Doch nicht nur die theoretische Forschung erfreut sich lebhafter Förderung. Mehr und mehr geht man auch daran, den Mendelismus praktisch zu verwerten. Die Pflanzen-

zucht hat, seit sie auf mendelistischer Grundlage betrieben wird, bereits schöne Erfolge gezeitigt, die Tierzucht erhofft das Gleiche von der Zukunft, und die Medizin ist auf dem besten Wege, den Mendelismus dem Wohle der Menschheit nutzbar zu machen. Zum Gedenktage Mendels eine kurze Skizze des Mendelismus und seiner Entwicklung zu entwerfen mit einigen Ausblicken in die Zukunft, möge das Ziel der folgenden Zeilen sein. Zunächst aber einige Worte über das Leben des Begründers unserer Wissenschaft, dem es — das Schicksal so manches Entdeckers — nicht vergönnt war, sich an den Früchten seines Werkes zu erfreuen.

I.

Johann Mendel wurde am 22. Juli 1822 in Heinzendorf, einem kleinen Orte bei Odrau in Österreichisch-Schlesien, als Sohn kleiner Bauersleute geboren. Sein Geschlecht war, ursprünglich unter dem Namen Mandel, schon seit langem auf der gleichen Scholle ansässig. Bis ins 17. Jahrhundert ließ es sich an Hand der Kirchenbücher der dortigen Gegend, die eine kleine deutsche Kolonie innerhalb einer fremdstämmigen Umgebung bevölkert, zurückverfolgen. Während des dreißigjährigen Krieges war diese Kolonie größtenteils zum Protestantismus übergegangen, und auch unter Mendels Vorfahren waren einige dieses Glaubens. — Dem Vater Mendels wird eine besondere Neigung zur Obstkultur nachgesagt, und von ihm soll der Sohn schon früh die Methoden des Pfropfens gelernt haben. Den ersten Schulunterricht erhielt der junge Mendel in Heinzendorf und später in Leipnick. Bald wurde der Wunsch in ihm rege zu studieren, und es gelang ihm schließlich auch durchzusetzen, daß er auf das Gymnasium nach Troppau geschickt wurde, doch wäre es ihm wohl kaum möglich gewesen, die Kosten des Studiums aufzubringen, wenn nicht eine jüngere Schwester edelmütig auf einen Teil ihres Vermögens zugunsten des Bruders verzichtet hätte. Mendel lohnte dies der Schwester später dadurch vielfältig, daß er für die Erziehung ihrer drei Söhne, seiner Neffen, Sorge trug.

Nachdem Mendel die beiden letzten Gymnasialklassen in Olmütz absolviert hatte, trat er 1843 in das Augustinerkloster St. Thomas in Brünn, das sog. Königskloster, ein und nahm den Namen Gregor an. 1847 empfing er die Priesterweihe und war dann mehrere Jahre Pfarrer in Brünn. 1851 sandte ihn das Kloster nach Wien, wo er an der dortigen Universität Mathematik und Naturwissenschaften studierte. Besonders zogen ihn die Physik und die Biologie an. Nach zwei Jahren nach Brünn zurückgekehrt, wurde er Lehrer der Naturwissenschaften an der Oberrealschule in Brünn. Es wird berichtet, daß er nicht nur ein begeisterter Lehrer war, sondern daß er es auch verstand, bei seinen Schülern die Begeisterung für seine Wissenschaft zu wecken. Neben seiner Lehrtätigkeit ging er eifrig eigenen Studien nach, die teilweise auf botanischem und zoologischem, teils auf meteorologischem und astronomischem Gebiete lagen. In dem stillen Klostergarten führte er Kreuzungsexperimente mit den verschiedensten Pflanzen aus und berichtete darüber wiederholt in den Sitzungen des Naturforschenden Vereines in Brünn, dessen Vorsitzender er lange Jahre war. Leider aber unterblieb die Veröffentlichung der meisten seiner Versuche. Nur zwei Versuchsreihen legte er in den Verhandlungen des Naturforschenden Vereines nieder, seine später so berühmt gewordenen „Versuche über Pflanzenhybriden" (1865) und eine kurze Mitteilung „Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieraciumbastarde" (1869).[1]) Neben diesen botanischen Experimenten gingen zoologische einher. Mendel war eifriger Bienenzüchter, und es war sein Streben, die von ihm für die Pflanzen gefundenen Gesetzmäßigkeiten auch für die Bienen nachzuweisen. Bei den Tieren freilich sind solche Untersuchungen mit viel größeren Schwierigkeiten verknüpft. Die Unmöglichkeit der Selbstbefruchtung, die im allgemeinen bei Tieren viel geringere Nachkommenschaft, die häufig sehr lange Entwicklungsdauer, schließlich die Kostspieligkeit der Experimente — das sind alles Hemmnisse für ausgedehnte Vererbungsexperimente mit Tieren. Bei den Bienen liegen insofern die Verhältnisse wenigstens noch günstig, als es möglich ist, mit großen Individuenzahlen zu arbeiten. Zweifellos hat aber Mendel auch bereits erkannt, daß gerade die Bienen für den Vererbungsforscher besonders interessante Objekte sein müssen wegen ihrer eigenartigen Fortpflanzung. Damals wurde in Imkerkreisen die Theorie eines Landsmannes und Standeskollegen Mendels, des schlesischen Pfarrers Dzierzon, lebhaft besprochen, nach der die männlichen Bienen, die Drohnen, aus unbefruchteten Eiern, parthenogenetisch entstehen. Sie erben also ihre gesamten Eigenschaften von nur einer Seite, und wenn wir zwei Bienenrassen miteinander kreuzen, so sind nur die weiblichen Tiere Bastarde, die männlichen gehören der mütterlichen Rasse an. Mendel benutzte zu seinen Kreuzungsexperimenten Königinnen der verschiedensten Rassen, verschiedene europäische Rassen, dann ägyptische und amerikanische Bienen. Bei Bastardierungsexperimenten mit Bienen liegt eine Fehlerquelle darin, daß die Begattung während des Hochzeitsfluges der Königin stattfindet und sich unserer Beobachtung entzieht. So wissen wir nie, welche Drohne die Begattung vollzogen hat. Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, machte Mendel zahlreiche

[1]) Durch den Abdruck der beiden Abhandlungen in „Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften" (Nr. 121, herausgegeben von E. Tschermak) sind diese jedem leicht zugänglich gemacht. Nicht nur in historischer Hinsicht sind sie von unvergänglichem Wert. Sie sind von einer so wundervollen Klarheit und auch sonst in jeder Hinsicht so vorbildlich, daß niemand, der sich mit Vererbungsfragen beschäftigt, sich ihre Lektüre entgehen lassen sollte.

Versuche, Königinnen innerhalb geschlossener Räume begatten zu lassen. Aber leider wissen wir über diese Versuche ebensowenig etwas Genaueres wie über die Kreuzungsexperimente. Mendel hat nie etwas darüber veröffentlicht, und auch von seinen Notizen ist nichts erhalten geblieben. Das einzige, was erhalten blieb, ist der entzückend gelegene Bienenstand im Klostergarten, der zu Mendels Zeiten bisweilen 50 Völker beherbergte. Neben seinen biologischen Arbeiten machte er regelmäßige Wetterbeobachtungen und veröffentlichte diese in den Verhandlungen des Brünner Naturforschenden Vereines, darunter einen wertvollen Aufsatz über eine Windhose, die am 13. Oktober 1870 über Brünn hinwegging und das Kloster stark beschädigte. Seine meteorologischen Arbeiten führten ihn fernerhin zu Sonnenbeobachtungen. Er untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Sonnenflecken und gewissen meteorologischen Erscheinungen. Auch systematische Grundwassermessungen führte er aus.

Das Jahr 1868 brachte einen entscheidenden Wendepunkt in Mendels Leben: er wurde zum Abt und Prälaten seines Stiftes gewählt, eine Ehrung, die leider das Ende seiner wissenschaftlichen Tätigkeit bedeutete. Zwar hatte er gehofft, daß ihm auch sein neues Amt Zeit lassen werde, seinen naturwissenschaftlichen Neigungen nachzugehen und vor allem seine Bastardierungsversuche fortzusetzen, aber es war eine schwerere Last auf seine Schultern gelegt worden, als er geahnt hatte, die Amtsgeschäfte nahmen von Jahr zu Jahr zu, und im Jahre 1873 schreibt er an den ihm befreundeten Münchener Botaniker Nägeli, mit dem er in regem Briefwechsel stand: „Ich fühle mich wahrhaft unglücklich, daß ich meine Pflanzen und Bienen so gänzlich vernachlässigen muß." Schließlich wurde er in den Kulturkampf hineingezogen. Durch ein im Jahre 1874 vom Parlament angenommenes Gesetz wurden den Klöstern besondere Steuern auferlegt, und das Königskloster wurde durch dieses Gesetz besonders stark betroffen. Mendel erhob sofort schärfsten Einspruch gegen das Gesetz, das er als ungerecht empfand, und verweigerte die Bezahlung der Steuer. Mit beredten Worten schildert H. Iltis, der Biograph Mendels, dessen jahrelangen fruchtlosen Kampf: „Alle die Bitten, mit denen man ihn bestürmte, alle die Drohungen, durch die man ihn einzuschüchtern versuchte, bestärkten ihn nur in seinem Widerstand — zuerst von vielen unterstützt, später von ebenso vielen verlassen, kämpfte er, ein zweiter Michael Kohlhaas, allein gegen die ganze Welt, jenen aussichtslosen Kampf ums Recht, jenen Kampf gegen Staat und Regierung, der den von Natur aus heiteren und liebenswürdigen Mann in seinen letzten Lebensjahren zum weltfremden Misanthropen machen, der ihm seine besten Güter, Ruhe, Lebensfreude und Gesundheit, rauben sollte." Das beigegebene Bild stammt aus dieser letzten Lebensperiode Mendels (etwa aus dem Jahre 1880). Die schweren Kämpfe, die er durchzufechten hatte, spiegeln sich in den harten Zügen wider, die dieses Gesicht kennzeichnen. Nach zehnjährigem, erfolglosem Kampf erlag Mendel am 6. Januar 1884 den Folgen einer Nierenerkrankung — wenige Jahre später wurde das von ihm heftig befehdete Gesetz ohne Widerspruch aufgehoben.

In zahlreichen Nachrufen wurde Mendel betrauert. Man hob seine menschlichen Vorzüge hervor, seine Treue zum Deutschtum, man rühmte den vortrefflichen Lehrer und den treuen Seelsorger, den für sein Kloster selbstlos sich aufopfernden Prälaten und den zielbewußten Politiker, man erinnerte auch an seine wissenschaftlichen Leistungen, aber niemand ahnte, welche Bedeutung Mendels Werk für die Wissenschaft noch gewinnen sollte.

Es ist uns auch heute noch nicht völlig verständlich, wie es geschehen konnte, daß Mendels Arbeit über die Pflanzenhybriden so völlig unbeachtet blieb und gänzlich in Vergessenheit geriet. Zum Teil mag daran Schuld sein, daß die Arbeit an schwer zugänglicher Stelle erschien. Schuld trifft auch den Botaniker Nägeli, von dessen Briefwechsel mit Mendel bereits die Rede war. Er war über Mendels Arbeiten genauestens unterrichtet, und doch erkannte er, der zweifellos einer der bedeutendsten Botaniker seiner Zeit und überdies selbst mit Abstammungs- und Vererbungsfragen rege beschäftigt war, den Wert dieser Arbeiten nicht, und in seinem im Todesjahre Mendels veröffentlichten, diesen Fragen gewidmeten Werke wird Mendels Name überhaupt nicht Erwähnung getan. Man hat nur die eine Erklärung: „Die Zeit war noch nicht reif." Dieses Gefühl hatte auch Mendel selbst, den die mangelnde Anerkennung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit natürlich kränkte. „Meine Zeit wird schon kommen", so sagte er wiederholt. Und er täuschte sich nicht, wenn er auch „seine Zeit" persönlich nicht mehr erlebte. Erst sechzehn Jahre nach seinem Tode kam sie, seine Zeit war mit einem Schlage da, als im Jahre 1900 die drei Botaniker C. Correns, E. v. Tschermak und H. de Vries die „Mendelschen Regeln" wiederentdeckten.

II.

Die Untersuchungen, welche später zum Fundament der gesamten Vererbungswissenschaft werden sollten, führte Mendel in der Hauptsache mit der gewöhnlichen Gartenerbse, *Pisum sativum*, aus. Aus mehreren Samenhandlungen bezog er insgesamt 34 Erbsensorten, die sich teils mehr, teils weniger voneinander unterschieden. Jede Sorte wurde zunächst einer zweijährigen Probe unterworfen und festgestellt, ob die für eine Sorte charakteristischen Merkmale auch bei den Nachkommen konstant auftraten. Die Merkmale waren sehr verschiedener Art. Die Erbsensorten wiesen Unterschiede in der Länge und Färbung des

Stengels auf, in der Größe und Gestalt der Blätter, in der Stellung, Farbe und Größe der Blüten, in der Länge der Blütenstiele, in der Farbe, Gestalt und Größe der Hülsen, in der Gestalt und Größe der Samen, in der Färbung der Samenschale und der Kotyledonen. Die Aufgabe, die sich Mendel nun stellte, war die Beantwortung der Frage: Wie verhält sich die Nachkommenschaft zweier Pflanzen, die in einem oder mehreren Merkmalen konstant verschieden sind, wenn wir diese beiden Pflanzen durch Befruchtung verbinden, welche Gesetzmäßigkeiten zeigen sich bei der Verteilung der elterlichen Merkmale in den aufeinander folgenden Generationen?

Wenn Mendel bei seinen erbanalytischen Untersuchungen so grundlegende Resultate erzielte, so verdankt er das zunächst seiner Methode. Heute erscheint uns diese Methode bei vererbungswissenschaftlichen Untersuchungen als so selbstverständlich, daß wir nur zu leicht darüber vergessen, welch bedeutungsvollen Schritt vorwärts ihre erste Anwendung darstellte. Schon allein durch seine Methode überragte Mendel seine Zeitgenossen und alle, die vor ihm sich vergebens um die Lösung ähnlicher Fragen mühten, bei weitem. Zunächst war schon die Wahl des Versuchsobjektes außerordentlich glücklich. Mendel sagt darüber selbst: „Die Auswahl der Pflanzengruppe, welche für Versuche dieser Art dienen soll, muß mit möglichster Vorsicht geschehen, wenn man nicht im vorhinein allen Erfolg in Frage stellen will.

Die Versuchspflanzen müssen notwendig

1. konstant differierende Merkmale besitzen,

2. die Hybriden derselben müssen während der Blütezeit vor der Einwirkung jedes fremdartigen Pollens geschützt sein oder leicht geschützt werden können,

3. dürfen die Hybriden und ihre Nachkommen in den aufeinander folgenden Generationen keine merkliche Störung in der Fruchtbarkeit erleiden."

Mendel hatte also von Anfang an klar erkannt, welches die notwendigen Vorbedingungen für eine erfolgreiche Durchführung der Experimente waren. Die Gattung *Pisum* erwies sich nach ausgedehnten Vorversuchen als allen Anforderungen entsprechend. *Pisum* ist normalerweise Selbstbefruchter, die Narbe ist innerhalb der Blüte so geschützt, daß eine Störung durch fremden Pollen kaum in Frage kommt. Andererseits aber gelingt die künstliche Fremdbestäubung nach vorheriger Entfernung der eigenen Staubfäden ohne allzu große Schwierigkeiten. Die aus künstlicher Fremdbestäubung hervorgegangenen Pflanzen stehen hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeit nicht hinter den normal erzeugten zurück. Als besondere Vorzüge von *Pisum* sind ferner die leichte Kultur, die im freien Lande oder in Töpfen erfolgen kann, die Möglichkeit der Aufzucht sehr großer Individuenzahlen und die verhältnismäßig kurze Vegetationsdauer hervorzuheben. Letztere ermöglichte es, die Versuche in nicht zu langer Zeit über eine Reihe von Generationen fortzusetzen, ebenfalls eine Vorbedingung für den Erfolg Mendels. Was die bei der Kreuzung untersuchten Merkmale anbelangt, so unterschied sich auch da Mendel ganz prinzipiell von seinen Vorgängern. Er kreuzte nicht wie diese Formen, die sich durch eine möglichst große Zahl von Merkmalen unterschieden, und verglich nicht den Gesamthabitus der Nachkommen mit dem der Eltern, sondern er griff einzelne Merkmale heraus, und in seinen ersten Versuchen unterschieden sich die Ausgangsindividuen nur in einem solchen Merkmal. Und selbst bei der Merkmalswahl traf er wieder eine Auslese. Er sagt ausdrücklich, daß ein Teil der von ihm bei seinen Erbsensorten gefundenen Merkmale keine sichere und scharfe Trennung zuließ, daß der Unterschied bei einzelnen nur auf einem oft schwer zu bestimmenden „mehr oder weniger" beruhte. Diese nur quantitativ voneinander abweichenden Merkmale wurden gleich ausgeschaltet und nur solche studiert, die wirklich gegensätzlich waren, so daß sich bei Untersuchung der Nachkommen ohne weiteres entscheiden ließ, ob dieses oder jenes Merkmal ausgeprägt war. Insgesamt wurden 7 Merkmalspaare auf ihr erbliches Verhalten bei der Kreuzung geprüft. Eine weitere Neuheit in Mendels Methode war die individuelle Stammbaumzucht. Die von jedem Elternpaar stammenden Nachkommen — bei sämtlichen Versuchen wurde eine wechselseitige Kreuzung durchgeführt, d. h. jeder Elter diente als Samenpflanze und als Pollenpflanze — wurden getrennt aufgezogen, und das Gleiche geschah in allen folgenden Generationen. Nur so war es möglich, zu einer klaren Erkenntnis der aus der Kreuzung sich ergebenden Zahlenverhältnisse zu gelangen und vor allem auch zu der Erkenntnis zu kommen, daß die äußere Erscheinung des Individuums noch nichts über das Aussehen seiner Nachkommen besagt, daß vielmehr umgekehrt das Individuum nach seinen Nachkommen beurteilt werden muß.

Die Resultate Mendels und seine aus diesen abgeleiteten „Regeln" machen wir uns am besten an der Hand einiger der von ihm ausgeführten Versuche klar. Eines der von ihm ausgewählten Merkmalspaare bezieht sich auf die Gestalt der Samen. Einzelne Erbsensorten hatten kugelrunde Samen mit glatter Oberfläche, bei anderen waren die Samen unregelmäßig kantig und tief runzelig. Bei der Kreuzung dieser beiden Sorten ergab sich eine erste Bastardgeneration, die völlig einheitlich aussah. Alle Samen waren rund und glatt, das Merkmal kantig und runzelig trat nicht auf. Dabei war es völlig gleichgültig, welches Merkmal der Samen- und welches der Pollenpflanze angehörte. Und dieses Hervortreten des einen und das Verschwinden des anderen Merkmales in der ersten Bastardgeneration wurde in der gleichen Weise auch bei den Versuchen mit anderen Merkmalspaaren beobachtet, immer glichen die Nach-

kommen einheitlich dem einen Elter. Die bei den Bastarden der ersten Generation in Erscheinung tretenden Merkmale bezeichnet Mendel als die dominierenden, die latent werdenden als die rezessiven Merkmale, womit gleich zum Ausdruck gebracht werden soll, daß letztere in den weiteren Generationen wieder zum Vorschein kommen. Mendels Wiederentdecker haben diese seine erste Feststellung über das Aussehen der ersten Bastardgeneration in der ersten Mendelschen Regel, der Prävalenzregel, formuliert und legten damit den Nachdruck auf das Dominieren oder Prävalieren des einen der beiden gegensätzlichen Merkmale. Weitere Untersuchungen ergaben dann aber, daß diese Dominanz des einen Merkmales durchaus nicht die Regel ist. Sehr häufig ist die Dominanz mehr oder weniger unvollständig, oder die Bastarde nehmen hinsichtlich der untersuchten Merkmale eine Mittelstellung zwischen den Eltern ein, sind intermediär. Als Regel kann für die erste Bastardgeneration nur gelten, daß sie aus lauter gleichen Individuen besteht, daß sie uniform ist. Man bezeichnet deshalb die erste Mendelsche Regel heute meist als Uniformitätsregel. Aber auch in dieser Fassung kommt der ersten Regel bei weitem nicht die Bedeutung zu wie der zweiten und dritten Regel, die sich aus dem Verhalten der weiteren Bastardgenerationen ableiten ließen.

Die durch künstliche Kreuzbefruchtung hergestellten Bastarde der ersten Generation wurden durch Selbstbefruchtung vermehrt, und nun erschienen in der zweiten Generation neben den dominanten auch die rezessiven Merkmale wieder in völlig unveränderter Form, neben rundenglatten Samen traten also kantige-runzelige auf. Insgesamt lieferten 253 Bastarde der ersten Generation 7324 Nachkommen. Von diesen waren rund-glatt 5474 und kantig-runzelig 1850 Individuen (bzw. Samen). Das entspricht einem Verhältnis von 2,96 : 1, also ungefähr 3 : 1. Und dieses Verhältnis 3 : 1 ergab sich für alle untersuchten Merkmalspaare in der zweiten Nachkommengeneration, immer kam durchschnittlich auf drei Pflanzen mit dem dominanten Merkmal eine mit dem rezessiven. Und in allen Fällen waren die rezessiven Merkmale der zweiten Nachkommengeneration genau ebenso beschaffen wie diese Merkmale in der großelterlichen Generation, sie blieben völlig unbeeinflußt durch die dominanten Merkmale, Übergangsformen wurden bei keinem Versuche beobachtet. Die Individuen der zweiten Nachkommengeneration wurden abermals durch Selbstbefruchtung vermehrt. Alle Individuen, welche das rezessive Merkmal besaßen, brachten ausschließlich ebensolche Nachkommen hervor, das dominante Merkmal erschien unter ihren Nachkommen nie wieder, und ebenso war dies in allen folgenden Generationen. Die Individuen, welche das dominante Merkmal besaßen, verhielten sich verschieden. Ein Drittel von ihnen gab nur Nachkommen mit dem dominanten Merkmal, in der nächsten wie in allen folgenden Generationen. Zwei Drittel aber lieferten wieder beide Formen in dem für die zweite Generation charakteristischen Verhältnis 3 : 1. Daraus ging hervor, daß die Individuen der zweiten Generation mit dem dominanten Merkmal, wenn sie auch äußerlich einander völlig gleich waren, doch in ihrer erblichen Beschaffenheit verschieden sein mußten. Das dominante Merkmal hat mit anderen Worten doppelte Bedeutung, die des Stammcharakters und die des Bastardcharakters. Welche Bedeutung es bei dem einzelnen Individuum hat, darüber vermag nur die nächste Generation Aufschluß zu geben. Individuen, die das Merkmal als Stammcharakter besitzen, geben nur gleichbeschaffene Nachkommen, sind konstant, Individuen, die es als Bastardcharakter besitzen, erzeugen wieder dominante und rezessive Formen im Verhältnis 3 : 1. Dieses für die Nachkommen der Bastarde charakteristische Verhältnis läßt sich somit weiter auflösen in das Verhältnis 1 : 2 : 1. Auf ein Individuum mit dem dominanten Merkmal als Stammcharakter kommen zwei Individuen mit dem dominanten Merkmal als Bastardcharakter und ein Individuum mit dem rezessiven Merkmal, das nur als Stammcharakter auftritt. Die Hälfte aller Individuen wird sich weiterhin konstant verhalten, die Hälfte wird wieder aufspalten nach dem Verhältnis 3 : 1. Wenn A das dominante Merkmal bezeichnet und a das rezessive, so hat der Bastard die Formel Aa, und wenn wir annehmen, daß bei der Bildung der Geschlechtszellen A und a sich wieder trennen, daß sie „spalten", wie man heute sagt, so erhält die Hälfte aller Geschlechtszellen, seien es Ei- oder Pollenzellen, A, die andere Hälfte a. Bei Selbstbefruchtung sind nunmehr vier Kombinationen möglich. Es kann sich vereinigen: Eizelle A mit Pollenzelle A = AA = konstant weiter züchtende Form mit dem dominanten Merkmal, Eizelle A mit Pollenzelle a = Aa = Bastardform mit dem dominanten Merkmal, Eizelle a mit Pollenzelle A = aA = Bastardform mit dem dominanten Merkmal, Eizelle a mit Pollenzelle a = aa = konstant weiter züchtende Form mit dem rezessiven Merkmal. Da nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit alle vier Kombinationen durchschnittlich gleich oft verwirklicht werden, und da drei von ihnen äußerlich gleiche Formen geben werden, so erklärt sich damit ohne weiteres das Verhältnis 3 : 1. In der Annahme einer reinlichen Spaltung der im Bastard vereinigten Merkmalsanlagen der beiden Eltern bei der Bildung der Geschlechtszellen des Bastards war also der einfache Schlüssel für das Verständnis des regelmäßig sich wiederholenden Zahlenverhältnisses gefunden. Wir bezeichnen diese zweite Mendelsche Regel heute als die Spaltungsregel und sprechen auch von einer „Reinheit der Gameten", wenn wir die Tatsache besonders betonen wollen, daß das „unreine" Individuum, der Bastard, nur „reine" Geschlechtszellen bildet, in denen die Anlagen der gegensätzlichen Merk-

male wieder getrennt sind, ohne daß sie sich gegenseitig irgendwie beeinflußt haben.

Die dritte Mendelsche Regel ergab sich aus den Experimenten, wo bei der Kreuzung gleichzeitig das Verhalten mehrerer Merkmalspaare verfolgt wurde. So besaß bei einem Versuch der eine Elter die Merkmale glatte Samen und gelbe Kotyledonen, der andere Elter die Merkmale kantige Samen und grüne Kotyledonen. Die erste Bastardgeneration hatte einheitlich runde Samen und gelbe Kotyledonen, rund und gelb sind also die beiden dominanten Merkmale. Bei Selbstbefruchtung erschienen in der zweiten Nachkommengeneration wieder die rezessiven Merkmale in dem bekannten Verhältnis 3 : 1. Die Merkmale traten nun aber nicht nur in der gleichen Verbindung wieder auf wie bei den Ausgangsindividuen, sondern es entstanden auch neue Kombinationen: Formen mit kantigen Samen und gelben Kotyledonen sowie Formen mit runden Samen und grünen Kotyledonen. Die vier möglichen Kombinationen standen zahlenmäßig in bestimmtem Verhältnis zueinander, es waren von 556 Individuen 315 rund und gelb, 101 kantig und gelb, 108 rund und grün, 32 kantig und grün. Das ist ein Verhältnis von ungefähr 9 : 3 : 3 : 1, und dieses Verhältnis wurde in der zweiten Nachkommengeneration immer wieder gefunden, wenn zwei Merkmalspaare im Spiele waren, gleichgültig, welche Merkmale es waren, und von welcher Seite her und in welcher Kombination sie in die Kreuzung eintraten. Auch dafür bietet sich wieder ein sehr einfacher Schlüssel. Wir müssen diese Zahlen wieder nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit erhalten, wenn die beiden Merkmalspaare voneinander völlig unabhängig sind. Bezeichnet A bzw. a das eine, B bzw. b das andere Merkmalspaar, so hat der Bastard die Formel AaBb. Er bildet vier verschiedene Geschlechtszellen, AB, Ab, aB, ab, und diese ermöglichen $4 \times 4 = 16$ verschiedene Kombinationen, die aber teilweise äußerlich gleich gestaltet sind. Wie leicht ausgerechnet werden kann, müssen bei zwei Merkmalspaaren in der zweiten Bastardgeneration vier verschiedene Formen auftreten in dem Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1, und unter diesen 16 Individuen muß, wenn die Erklärung richtig ist, in jeder Gruppe eines sein, das seine Merkmale konstant vererbt, während die übrigen hinsichtlich eines oder beider Merkmale wieder spalten. Für diese theoretische Forderung ergab sich denn auch aus den weiteren Experimenten Mendels eine Bestätigung.

Wurden drei Merkmalspaare bei der Kreuzung verfolgt, so erwiesen sich auch diese als völlig selbständig und unabhängig voneinander, und dasselbe war der Fall, wenn alle sieben von Mendel genauer studierten Merkmalspaare gleichzeitig im Spiele waren. Je größer die Zahl der Merkmalspaare, desto größer ist auch die Zahl der verschiedenen Gameten, die der Bastard produziert, desto größer ist damit zugleich die Zahl der möglichen Gametenkombinationen sowie der verschiedenen Typen. Bei sieben Merkmalspaaren beträgt die Zahl dieser letzteren $2^7 = 128$. Alle diese Typen erhielt Mendel auch. Damit haben wir auch die dritte Mendelsche Regel, die Unabhängigkeitsregel, kennengelernt.

III.

In der ersten Zeit, die der Wiederentdeckung Mendels folgte, war man mit Erfolg bemüht, die Gültigkeit der Mendelschen Regeln an möglichst vielen Objekten zu prüfen. Man untersuchte den Erbgang der verschiedensten Eigenschaften bei Pflanzen und Tieren jeder größeren Gruppe, von den einfachsten Protisten bis zu den höchststehenden Phanerogamen einerseits und den Säugetieren andererseits, und immer wieder fanden sich neue Eigenschaften, die „mendelten". Es ist verständlich, daß man zunächst in erster Linie morphologische Merkmale untersuchte, die sich leicht verfolgen ließen. So sind Farbe, Zeichnung und Form einzelner Teile oder des Gesamtorganismus von Anfang an Lieblingsmerkmale der Mendelianer gewesen. Dies hat vielfach zu der Anschauung geführt, es seien nur solche „oberflächlichen", für den Organismus mehr oder weniger gleichgültigen Merkmale, wie die Farbe der Blüten und Samen oder die Farbe der Augen, wie die Form der Blätter oder der Haare, die nach den Mendelschen Regeln vererbt werden. Nichts ist irriger als eine derartige Ansicht. Der Wert oder Unwert einer Eigenschaft hat mit deren Erbgang nichts zu tun. Es mendeln lebenswichtige Eigenschaften ebenso wie „oberflächliche" Merkmale, normale Eigenschaften ebenso wie krankhafte, morphologische wie physiologische, physiologisch-chemische wie chemisch-physikalische, körperliche wie psychische Merkmale. Es mendeln, um aus der großen Zahl von Beispielen nur einige herauszugreifen, die Rostwiderstandsfähigkeit und die Winterfestigkeit beim Weizen, die Kälteempfindlichkeit und eine gewisse Blattkrankheit der Wunderblume, die chemische Zusammensetzung der Samen beim Mais, die chemische Zusammensetzung der Hämolymphe der Schmetterlinge, die Fruchtbarkeit der Hühner, die Wüchsigkeit der Enten, der Schrittgang des Pferdes, gewisse Krebsgeschwülste bei Fliegen, das Tanzen der japanischen Tanzmäuse, die Rotgrünblindheit und die Bluterkrankheit des Menschen sowie Stoffwechselkrankheiten wie die Alkaptonurie. Für einzelne geistige Fähigkeiten des Menschen, wie musikalische und mathematische Begabung, ist mendelnde Vererbung wenigstens wahrscheinlich gemacht. Für gewisse tierische Instinkte wissen wir bereits, daß sie mendeln. Wenn wir z. B. eine Schlupfwespenart, die ihre Eier in die Eier von Wasserjungfern legt, mit einer anderen kreuzen, die ihre Eier in die Eier von Wasserkäfern absetzt, so erhalten wir eine erste Bastardgeneration, deren Weibchen ausschließlich an die Wasserkäfereier gehen; dieser Legeinstinkt ist

dominant. In der nächsten Generation aber treten wieder Weibchen auf, die ihre Nachkommenschaft in den Wasserjungferneiern unterbringen. Schließlich sei noch daran erinnert, daß das Geschlecht mit seinem gesamten Merkmalskomplex zu den mendelnden Eigenschaften gehört. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß fast alle auf ihr erbliches Verhalten untersuchten Eigenschaften mendeln, nur ganz wenige haben, soweit wir heute wissen, einen anderen Vererbungsmodus.

Freilich — die meisten von den hier genannten Eigenschaften zeigen keinen so einfachen Erbgang, wie ihn Mendel bei den von ihm untersuchten Merkmalen fand. Es war ein besonderes Glück, daß Mendel in seinen ersten Experimenten lauter solche einfachen Fälle in die Hände gerieten, denn wie hätte er sich sonst in dem Wirrwarr der Erscheinungen zurechtfinden, wie Gesetzmäßigkeiten auffinden können? Die einfachen Mendel-Fälle mußten das Fundament bilden, auf dem dann erst im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte der mächtige Bau des Mendelismus errichtet werden konnte.

Die Entdeckungen Mendels und seiner Nachfolger haben zunächst zur Ausgestaltung der Faktorentheorie geführt. Für alle mendelnden Eigenschaften muß in den Keimzellen irgendein Etwas, ein selbständiges Element, eine Anlage vorhanden sein, durch die das Merkmal auf die nächste Generation vererbt wird. Es ist ja nicht die Eigenschaft selbst, die einfach weitergegeben, von Generation zu Generation übertragen wird, sondern das Vorhandensein von bestimmten Erbanlagen veranlaßt, daß sich die ganz bestimmte Eigenschaft der Vorfahren bei den Nachkommen neu entfaltet. Diese Erbanlagen bezeichnen wir heute im allgemeinen als Erbfaktoren oder Gene. Die Erbmasse eines jeden Individuums muß, entsprechend der großen Zahl mendelnder Merkmale, aus einem außerordentlich kompliziert zusammengesetzten Mosaik derartiger Erbfaktoren bestehen. Bei jeder Befruchtung wird dieses Mosaik neu kombiniert. Ei- und Samenzelle bringen für jedes mendelnde Merkmal Erbfaktoren mit, und von der Zusammensetzung des neuen Faktorenmosaiks hängt es in erster Linie ab, wie das Lebewesen, das aus dem befruchteten Ei hervorgeht, aussieht. Sind die für ein bestimmtes Merkmal — in Mendels Untersuchungen z. B. die Gestalt der Samen — von den beiden Geschlechtszellen beigesteuerten Erbfaktoren völlig gleich beschaffen, so werden sie bei der Entfaltung des Merkmals zusammen in gleicher Richtung wirken, sind sie aber verschieden, wie bei den Bastarden, so werden sie in Wettstreit treten, und von dem Ausgang dieses Wettstreites hängt es ab, ob das eine Merkmal über das andere dominiert, oder ob eine Zwischenform, ein intermediärer Bastard, zustande kommt. Welches die Ursachen der Dominanz sind, ist auch heute noch nicht völlig klar, doch scheint neuerdings manches darauf hinzuweisen, daß neben den qualitativen Wirkungen vor allem auch quantitative Verschiedenheiten der betreffenden Erbfaktoren dabei eine Rolle spielen. Soviel ist jedenfalls sicher — und das wird ja durch die erste Mendelsche Regel, die Uniformitätsregel, zum Ausdruck gebracht —, daß bei gleicher Kombination verschiedener Erbfaktoren im allgemeinen auch die Produkte gleich beschaffen sind.

Wenn das Individuum seine Geschlechtszellen bildet, werden die von Vater und Mutter stammenden homologen Erbfaktoren, die Allelomorphen, wieder getrennt, sie spalten, wie das Spaltungsgesetz sagt, und zwar gleichgültig, ob die beiden Faktoren gleich beschaffen, homozygot, sind, oder ob es sich um verschiedenwertige, heterozygote Allelomorphen handelt. Das reinrassige Individuum unterscheidet sich also hinsichtlich der Spaltung der Erbfaktoren in den Geschlechtszellen nicht von dem Bastard. Der Unterschied liegt nur darin, daß beim Bastard die Spaltung bei den Nachkommen in Erscheinung tritt, bei dem reinrassigen Individuum nicht. Die Spaltung ist auch bei den Bastarden immer vollkommen reinlich. Wenn auch der das rezessive Merkmal bedingende Faktor im Bastard nicht in Funktion tritt, so bleibt er doch völlig unverändert durch das „Zusammenleben" mit dem Partner, der das dominante Merkmal bedingt. Wir können den rezessiven Faktor Generation für Generation immer wieder mit dem dominanten Faktor kombinieren, ihn sozusagen in den dauernden Ruhestand versetzen, und wenn wir dann schließlich ihn doch wieder zur Wirksamkeit kommen lassen, indem wir ihn mit seinesgleichen verbinden, so wird das rezessive Merkmal genau so unverändert in Erscheinung treten wie Generationen vorher, der Faktor ist „rein" geblieben. In diesem Sinne spricht man von einer „Reinheit der Gameten", mit der also eigentlich eine „Reinheit der Erbfaktoren" gemeint ist.

Die Trennung der durch die Befruchtung vereinigten Faktoren erfolgt in den Geschlechtszellen so, daß jede Zelle einen vollständigen Faktorensatz erhält, in diesem Satz aber sind die mütterlichen und väterlichen Faktoren bunt durcheinandergewürfelt, die Kombination geht nach den Zufallsgesetzen vor sich, nach dem Gesetz der freien Kombination, wie wir die Unabhängigkeitsregel Mendels heute auch nennen können.

Wäre nun jedes einzelne Merkmal des Organismus durch einen einzelnen Faktor bedingt, würde dem Einheitsfaktor das Einheitsmerkmal entsprechen, so wäre es ein Leichtes, Erbanalysen durchzuführen und für jeden Organismus seine Erbformel aufzustellen. Aber die einfachen Mendel-Fälle treten immer mehr zurück gegenüber der großen Zahl komplizierter Fälle, die zunächst, als man sie entdeckte, als „Ausnahmen" von den Mendelschen Regeln erschienen, und angesichts so vieler „Ausnahmen" glaubten manche, den Mendelschen Regeln nicht den Rang von Naturgesetzen zuerkennen zu dürfen. Heute haben fast alle diese scheinbaren Ausnahmen ihre Er-

klärung gefunden und sind in Einklang mit Mendel gebracht. Es hat sich herausgestellt, daß sie uns nur deshalb als „Ausnahmen" erschienen, weil wir den Mechanismus der Vererbung, in den uns Mendel den ersten Einblick hat tun lassen, noch nicht genügend kannten. Es würde den Rahmen dieser Skizze weit überschreiten, wollten wir Schritt für Schritt verfolgen, wie dieser Mechanismus in den letzten zwei Jahrzehnten immer weiter klargelegt worden ist. Polymerie, Kryptomerie, Epistase, Hypostase, Verstärkungs-, Abschwächungs-, Verdünnungs-, Hemmungsfaktoren usw. — Begriffe, mit deren Aufzählung wenigstens kurz angedeutet sei, in welcher Richtung ein Teil der Komplikationen der Mendel-Phänomene liegt. Immer mehr gewöhnt man sich daran, das einzelne Merkmal als das Produkt des Zusammenwirkens zahlreicher Erbfaktorenpaare zu betrachten, und wenn von diesen Paaren bei der Kreuzung mehrere verschieden sind, so ist eine verwickelte Aufspaltung in der zweiten Bastardgeneration die Folge. Wenn aber der Mendelismus derart in die Tiefe gegangen ist, so ist das vor allem dem Zusammenwirken zweier Disziplinen zu verdanken, der gemeinsamen Arbeit von experimenteller Bastardforschung und Zytologie. Schon vor Mendels Wiederentdeckung hatten die Zellforscher sich daran gemacht, das materielle Substrat der Vererbung genauestens zu studieren. Sie waren zu dem Ergebnis gelangt, daß die Träger der Vererbung in den Chromosomen zu suchen sind, und als man nun deren Verhalten mit dem der von den Mendelianern postulierten Erbfaktoren verglich, da wurde man mit Staunen gewahr, daß das eine dem anderen völlig entspricht. Zwar machte sich bei einigen der bedeutendsten Mendelianer zunächst ein heftiger Widerstand gegen diese Verbindung zweier Forschungsrichtungen geltend, heute aber haben auch die größten Skeptiker unter ihnen sich bekehrt, und eine Vererbungswissenschaft ohne Zytologie ist schlechterdings undenkbar. Kein mit den Tatsachen Vertrauter vermag heute noch zu bestreiten, daß die mendelnden Erbfaktoren in den Chromosomen lokalisiert sind, und auch das steht unwiderleglich fest, daß bestimmte Chromosomen bestimmte Erbfaktoren tragen. Die Entdeckung der Geschlechtschromosomen und der geschlechtsgebundenen Vererbung war die erste Etappe auf dem Wege zu diesem Nachweis. Es gelang dann, auch einzelne andere Chromosomen aus dem normalen Bestande zu entfernen und auf diese Weise sich über die in ihnen enthaltenen Erbfaktoren Klarheit zu verschaffen, und mit einer erstaunlichen Schnelligkeit mehren sich in den letzten Jahren und Monaten die Methoden, den Mechanismus der Vererbung aus seinem normalen Geleise zu bringen und auf diese Weise ihn noch genauer zu ergründen.

Im Verlauf dieser gemeinsamen Arbeit von Zytologie und Bastardforschung sind uns nun auch in den letzten Jahren weitere Vererbungsgesetze bekannt geworden, die sich dem Spaltungsgesetz und dem Gesetz der freien Kombination anreihen, das Koppelungsgesetz und das Austauschgesetz. Schon in den ersten Jahren nach Mendels Wiederentdeckung war man mit Fällen bekannt geworden, wo mehrere Merkmale nicht unabhängig voneinander vererbt wurden, sondern sie blieben meist beisammen, erwiesen sich als „gekoppelt"; auch das Gegenteil wurde beobachtet, die Merkmale „stießen sich ab". Daß der Entdecker dieser Erscheinung nicht gleich auf die richtige Erklärung für diese „Ausnahmen" kam, sondern eine uns heute ganz absonderlich anmutende Hypothese aufstellte, liegt wohl ausschließlich daran, daß er zu denen gehörte, welche bis in die jüngste Zeit der Zytologie nur wenig Beachtung schenkten. Heute begegnet die Annahme kaum noch einem Zweifel, daß die Koppelung auf die Lokalisierung der betreffenden Erbfaktoren in ein und demselben Chromosom zurückzuführen ist. Der Geltungsbereich des Gesetzes der freien Kombination endet also, wenn es sich um Faktoren des gleichen Chromosoms handelt. Aber auch das Koppelungsgesetz erfährt wieder eine Einschränkung. Zwischen homologen Chromosomen können Stücke ausgetauscht und damit die Koppelung der Faktoren durchbrochen werden. Wie dieser Austausch vor sich geht, darüber sind die Meinungen noch geteilt, doch werden wir wohl auch hier bald Klarheit gewinnen. Die beobachteten Austauschphänomene haben sogar zu bestimmten Vorstellungen über die Anordnung der Faktoren in dem einzelnen Chromosom geführt, man hat topographische Karten der Chromosomen entworfen, in die alle bekannten Faktoren ihrer Lage nach eingetragen sind. Doch wir sind damit in die vorderste Linie gelangt, wo mit zahlreichen Kräften an dem Ausbau des Mendelismus gearbeitet wird. Wir wagen es heute vorauszusagen, daß wir einer vollkommenen Klarlegung des Mechanismus der Vererbung nicht mehr fern sind. Der mendelistischen Forschung freilich bleiben auch dann noch reiche Aufgaben. Es gilt, nunmehr die Physiologie der Vererbung zu ergründen. Wir wissen bisher noch kaum etwas über die Natur der Gene, wir wissen auch noch nichts über ihre Veränderungen, die Mutationen. Und noch ein zweites großes Feld der Betätigung bleibt dem Mendelismus, die Anwendung in der Praxis, in Pflanzen- und Tierzucht sowie in der menschlichen Erbkunde. Bisher hat ja eigentlich nur die Pflanzenzucht bereits wirklichen Gewinn aus dem Mendelismus gezogen, und doch kann kein Zweifel sein, daß Mendels Entdeckungen auch auf anderen Gebieten noch eine große Rolle zu spielen berufen sind.

Das beigegebene Bild Mendels ist dem Werke von A. Lang, Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900, Verlag von G. Fischer, Jena 1914, entnommen.

Inhalt: H. Nachtsheim, Gregor Mendel und sein Werk. (1 Abb.) S. 425.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 6. August 1922. | Nummer 32.

Neue Grundlagen für den einheitlichen Aufbau des Grundstoff-Systems in mathematischer Ableitung.

Von Prof. Dr. **E. Nickel**, Frankfurt a. d. O.

Mit 3 Textabbildungen.

[Nachdruck verboten.]

I. Betrachtungen über die veränderlichen und konstanten Werte des Grundstoffsystems.[1])

Die Natur eines Grundstoffes hängt von zwei Veränderlichen ab; nicht allein von dem Atomgewicht, wie man früher glaubte, sondern auch von der Ordnungszahl. Für das System der Grundstoffe ergibt sich sonach im graphischen Felde ein System von Punkten, von dem die Abb. 1 uns ein schematisches, ausschnittmäßiges Bild geben soll; die Achsen sind dabei, um Raum zu sparen, viel zu dicht an den Kern der Abb. gelegt (vgl. auch Abb. 3, deren Einzelheiten später erklärt werden). Innerhalb gewisser enger, regionaler Grenzen, die im graphischen Felde zonenartige und dreieckige Gebiete darstellen, sind die beiden Veränderlichen von einander unabhängig; die Grenzen dieser Unabhängigkeitsgebiete sind durch lineare Funktionen gegeben. Während die Atomgewichte vom Wasserstoff bis zum Uran die Werte von 1 bis rund 238 durchlaufen, erstreckt sich der Bereich der zweiten Veränderlichen nur auf die Zahlen 1 bis 92. (Für die graphischen Darstellungen wird man wegen des ungleichen Umfangs der beiden Zahlenreihen je nach dem Zwecke die Maßstäbe für das Atomgewicht und die Ordnungszahl verschieden wählen.)

Nach den Vereinbarungen in der Bunsengesellschaft im Jahre 1920 soll für die Ordnungszahlen fortan der Buchstabe Z verwandt werden. Dementsprechend bezeichnet man das Atomgewicht wohl am besten mit dem Buchstaben P.

Die Ordnungszahl Z hat ursprünglich nur die Bedeutung als Stellenzahl im periodischen System, aber es ist noch eine zweite Bedeutung hinzugetreten und zwar die als Kernzahl bzw. die spektroskopische. Der Wert der Ordnungszahl im ersten Sinne wird scheinbar freilich durch die Hypothesen über die Lücken, die im Grundstoffsystem vorhanden sind, subjektiv beeinflußt: nimmt man z. B. zwischen dem Wasserstoff und dem Helium einen fluorähnlichen Grundstoff mit $P = 3$ als möglich an, dann würde dem Helium nicht die Stellenzahl 2, sondern 3 zukommen. Die Entscheidung darüber ist jedoch schon erfolgt, denn der Wert der Stellenzahl im zweiten Sinne wird von dem subjektiven Ermessen ganz unabhängig; er wird durch Experimente objektiv feststellbar.

In dem engen Rahmen des periodischen Systems bilden Ordnungszahl und Atomgewicht eine Art Parallelerscheinung; jedem Grundstoff wird eine Ordnungszahl und jeder Ordnungszahl nur ein Grundstoff zugewiesen. Wir erstreben hier aber für das Grundstoffsystem einen neuen Rahmen, in dem für die beiden Veränderlichen P und Z gewisse Freiheiten dargestellt werden können, die die schon erwähnten Zonen und Spielraumgebiete ergeben.

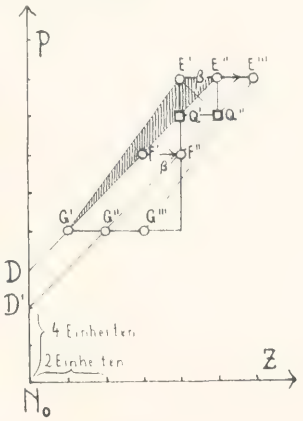


Abb. 1.

Wenn wir nun zwei Grundstoffe vergleichen wollen, so müssen wir nach ihrer Lagerung im graphischen Felde (vgl. Abb. 1) zwei Hauptgruppen unterscheiden: Grundstoffgemeinschaften wie E' E'' bzw. E' F'', deren Lagerung den Koordinatenachsen parallel geht, und solche Gemeinschaften wie E' G' oder E'' G', deren Lagerung den Koordinatenachsen nicht parallel geht. Grundstoffe wie E' und F'' haben zwar die gleiche Ordnungszahl, aber verschiedene Atomgewichte, während umgekehrt Grundstoffe wie E' und E'' zwar gleiches Atomgewicht, aber verschiedene Ordnungszahlen besitzen. Beide Arten von Grundstoffgruppen waren früher nicht bekannt; jetzt dagegen spielen Grundstoffe wie E' und F'' als isotope Grund-

[1]) Die mathematisch-chemische Methode, die der nachstehenden Arbeit zugrunde liegt, ist von mir in ihrer Anwendung auf andere Gebiete der Chemie bereits in den Jahren 1892—1894 entwickelt und in einer Reihe von Veröffentlichungen über „graphochemisches Rechnen" in der „Zeitschrift für physikalische Chemie" niedergelegt worden.

stoffe oder Plejaden in der Atomforschung eine sehr wichtige Rolle. Um eine einheitliche Bezeichnungsweise mit den anderen Grundstoffgemeinschaften zu gewinnen, möchte ich die Isotopen als Ordnungsgemeinschaften bezeichnen; für Grundstoffe mit gleichem Atomgewicht und verschiedenen Ordnungszahlen hat man noch keinen besonderen Namen eingeführt. Sie wurden zuerst beachtet, als das Wesen der β-Strahlen richtig erkannt worden war. Bei der β-Strahlung bleibt zwar das Atomgewicht des durch die Strahlung entstandenen Grundstoffs E'' ebenso groß wie das des primären Grundstoffs E'; aber die Ordnungszahl steigt durch eine β-Strahlung um eine Einheit, und bei Wiederholung der β-Strahlung für E'' und Bildung des atomgewichtsgleichen Grundstoffs E''' um zwei Einheiten bezogen auf E'. Man kann Grundstoffe dieser Art im Anschluß an die Ordnungsgemeinschaften als Atomgewichtsgemeinschaften bezeichnen, oder für Grundstoffe mit chemischer Strahlung auch als β-Gemeinschaften in engerem Sinne. Wie wir später sehen werden, handelt es sich bei der β-Strahlung um Umbau-Vorgänge im Kern des Atoms, und deshalb läßt sich die Atomgewichtsgemeinschaft auch als Umbau-Gemeinschaft kennzeichnen, soweit ein unmittelbarer genetischer Zusammenhang vorliegt.

In der nächsten Gruppe von Grundstoffen, in der Grundstoffgemeinschaft G'F'E'', steigen gleichzeitig die Werte für die Atomgewichte und für die Ordnungszahlen. Lange Zeit sah man in dieser Art der Grundstoffgemeinschaften das allgemeine und ausschließliche Gesetz des Grundstoffsystems. In dem Anfangsgebiete der Grundstoffreihe von H bis etwa zum Ca ist das gleichzeitige Ansteigen beider Werte auch tatsächlich das alleinherrschende Gesetz; es ist für dieses kurze Stück der Grundstoffreihe zum Teil annähernd, zum Teil genau $P = 2Z$.

Auch bei den radioaktiven Grundstoffen kommen bei der α-Strahlung Grundstoffgemeinschaften im Sinne E''F'G' zur Geltung, die Grundstoffe bilden aber eine absteigende Linie. Im Gegensatz zu den β-Gemeinschaften können wir diese Grundstoffgruppen als α-Gemeinschaften kennzeichnen. Bei der α-Strahlung sinkt das Atomgewicht um 4 Einheiten, während die Ordnungszahl um 2 Einheiten abnimmt. Im weiteren Sinne soll der Ausdruck „α-Gemeinschaft" auch dann noch gebraucht werden, wenn die oben angegebenen Differenzen zwischen zwei Grundstoffen vorliegen, ohne daß eine α-Strahlung besteht. Ihrem Wesen nach lassen sich die α-Gemeinschaften im Anschluß an die Umbaugemeinschaften auch als Abbaugemeinschaften kennzeichnen; als α-Prinzip im weitesten Sinne wollen wir es bezeichnen, wenn sowohl die Atomgewichtsdifferenz zweier aufeinander folgender Grundstoffe als auch ihre Ordnungsdifferenz positive Werte ergibt; in der radioaktiven Richtung ergeben sich dann natürlich zwei negative Werte.

Es bleibt noch der Fall zu erörtern, daß das Atomgewicht fällt, während die Ordnungszahl steigt. Diese Rückläufigkeit wurde in dem periodischen System der Grundstoffe in 3 bzw. 4 Fällen festgestellt.

	I	II	III	IV (1918)
Z-Wert	$18 < 19$	$27 < 28$	$52 < 53$	$90 < 91$
Grundstoff	$A > K$	$Co > Ni$	$Te > J$	$Th > Pa$

Solange man an die Allgemeingültigkeit des α-Prinzips glaubte, setzte man in den drei älteren, schon länger bekannten Fällen fehlerhafte Bestimmungen des Atomgewichts voraus, bis wiederholte Nachprüfungen dieses Erklärungsverfahren als unzulässig erwiesen. Allerdings konnte bei diesen älteren Versuchen der Begriff der Isotopie noch gar nicht zur Geltung kommen. — Zunächst soll hier aber der Fall IV erst von allgemeinem Standpunkte aus behandelt werden.

Er schließt sich an den Begriff der Isotopie an. Zwischen den beiden isotopen Grundstoffen E' und F'', deren Atomgewichtsdifferenz im Anschluß an die α-Strahlung vier Einheiten betragen möge, sei noch ein isotoper Grundstoff Q' mit dem mittleren Atomgewicht vorhanden. Dieser Grundstoff geht durch die β-Strahlung in den Grundstoff Q'' über. Vergleichen wir nun die Grundstoffe E' und Q'' miteinander, so kommt dem ordnungshöheren Grundstoffe Q'' ein kleineres Atomgewicht zu, als dem ordnungsniederen Grundstoffe E'.

Dieser Fall scheint bei dem Thorium und Protaktinium vorzuliegen. (Neuburger-Wien, Das Problem der Genesis des Aktiniums; Sammlung Herz, Verlag Enke-Stuttgart, 1921.)

Das Beispiel an sich ist sehr geeignet; leider befinden wir uns noch auf etwas unsicherem Boden, weil beim Protaktinium noch keine volle Sicherheit über die Größe des Atomgewichts erreicht ist. Geben wir aber vorläufig dem Protaktinium das Atomgewicht 230, so entsteht folgendes Schema, das sich dem Teil E'Q'Q'' der Abb. 1 anschließt.

$$Z \ldots . \underset{\smile}{90} \quad \underset{\smile}{91}$$
$$Th\ 232$$
$$UY\ 230 \quad Pa\ 230.$$

Vergleichen wir das Thor mit dem Protaktinium, so kommt dem ordnungshöheren Grundstoffe Pa das kleinere Atomgewicht zu.

Falls übrigens auch der Grundstoff E' ebenso wie der Grundstoff Q' eine β-Gemeinschaft besitzt, kann die Linie E'Q'' abgelenkt werden: wenn nämlich die Grundstoffe E' und Q' in der Natur in isotopen Mischungen vorliegen, so muß das „mittlere" Atomgewicht der Mischung um so höher ausfallen, je mehr das Isotop mit dem höheren Atomgewicht überwiegt, und der Vergleich der isotopen Mischung E'Q' mit der isotopen Mischung E''Q'' kann graphisch in dem Quadrat E'E''Q'Q'', an Stelle der Diagonale E'Q'' mit theoretisch einfachen Verhältnissen, Transversalen der verschiedensten Lagen ergeben. In-

wieweit dies für die anderen Fälle von Rückläufigkeit des Atomgewichts in Frage kommt, soll erst später genauer erörtert werden; jedoch sei hier bereits darauf hingewiesen, daß durch das Kanalstrahlverfahren für das Nickelmetall durch Aston neuerdings zwei isotope Formen mit den Atomgewichten 58 und 60 nachgewiesen worden sind; als Präparat diente das Nickelcarbonyl. (Für das Kobalt liegen noch keine gleichartigen Untersuchungen vor.) Die Anzahl der rückläufigen Grundstoffgemeinschaften ist viel größer, als man bisher beachtet hat; sie beträgt **20**, wenn man die neuesten Ergebnisse der Isotopenforschung heranzieht.

Wir fassen nun die gewonnenen Ergebnisse in Form einer Tabelle zusammen und bezeichnen dabei die Atomgewichtsdifferenzen zweier aufeinander bezogener Grundstoffe mit D, den Unterschied ihrer Ordnungszahlen mit Δ und die Größe der Richtungskonstante mit A. Wegen des verkürzten Maßstabes der P-Achse ist $A = {}^1/_2 D : \Delta$.

Übersicht I.

	Δ	D	Bezeichnung der Gemeinschaft	A
Fall I	Null	pos.	Ordnungsgemeinschaft; Plejaden; Isotopen	∞
Fall II	pos.	Null	Atomgewichtsgemeinsch. bzw. β-Gemeinsch.	Null
Fall III	pos. (neg.)	pos. (neg.)	α-Gemeinschaften nebst Erweiterung d. Begriffs	1, $^4/_3$, 2
Fall IV	pos.	neg.	Rückläufige Grundstoff-Gemeinsch.	neg. (−1)

Die Entwicklung der Werte für A, insbesondere der Werte 1; $^4/_3$; 2 wird an späterer Stelle geliefert werden.

Um zunächst in dem weiteren Fortgang unserer analytisch-geometrischen Betrachtung die verschiedenen Gleichungen zu gewinnen, die den Grundstoffgemeinschaften im Sinne der Abb. 1 entsprechen, gehen wir am zweckmäßigsten gleich von dem ganz allgemeinen Fall aus, daß vier beliebige Grundstoffe E" und G', E"' und G" graphisch miteinander verglichen werden sollen. Wir haben dann auch gleich die allgemeinen algebraischen Gesichtspunkte für unser Verfahren. Sowohl die Gemeinschaft E"G' als auch die Gemeinschaft E"'G" bilden graphisch je eine Gerade. Den algebraischen Ausdruck für diese beiden Geraden stellen zwei lineare Funktionen dar, deren Richtungskonstanten mit A bzw. A' bezeichnet werden sollen. Die Abschnitte der beiden Geraden auf der Ordinatenachse seien b und b'. Die Gleichungen heißen dann:

$$y = Ax + b \qquad y = A'x + b'. \qquad I)$$

Entsprechend den früheren Festsetzungen ersetzen wir die in der Mathematik üblichen Buchstaben zum Teil durch die anderen schon erwähnten Zeichen, deren chemische Bedeutung uns näher liegt; für x tritt die Ordnungszahl Z ein, für y das Atomgewicht P. Um das Ausmaß der Atomgewichte demjenigen der Ordnungszahlen anzugleichen, empfiehlt es sich, für die Atomgewichte den halben Maßstab der Ordnungszahlen zu verwenden. Ihren algebraischen Ausdruck findet die Maßnahme durch Vorsetzen des Faktors $^1/_2$ vor den Wert P. Im graphischen Felde dagegen kann man besser die vollen Werte für die Atomgewichte einschreiben, weil dem Chemiker diese Zahlen geläufiger sind als die halbierten Werte. Die beiden Gleichungen der Reihe I gehen dann über in die Form:

$$^1/_2 P = A \cdot Z + b \qquad ^1/_2 P = A' \cdot Z + b'. \qquad II)$$

Für die α-Gemeinschaften als besonders einfachen Fall nehmen diese Gleichungen eine einfachere Form an; für sie ist $D = 4$, $\Delta = 2$, also bei Verwendung der halben Atomgewichte $^1/_2 D = 2$, d. h. der Wert $^1/_2 D$ ist ebenso groß wie der Wert Δ. Wie die analytische Geometrie lehrt, hängt die Größe der Richtungskonstante A ab von dem Differenzen-Quotienten $D : \Delta$. Für die α-Strahler ist die Richtungskonstante A nach dem vorstehenden in unserem graphischen Felde $2 : 2 = 1$. Es entspricht das einem tangens-Werte von 45^0, und die Gleichungen der Reihe II nehmen die einfachere Form an:

$$^1/_2 P = Z + b \qquad ^1/_2 P = Z + b'. \qquad III)$$

Im Grenzfalle wird der Wert der Konstante b gleich Null, und wir erhalten dann die einfache Gleichung:

$$^1/_2 P = Z. \qquad IV)$$

Diese Gleichung kennzeichnet, wie bereits erwähnt, die Anfangsgruppe der Grundstoffe etwa bis Ca, die den einfachsten Fall des α-Prinzips verwirklichen; gehen wir darüber hinaus, so beanspruchen die Werte von b für jede neue α-Gemeinschaft einen immer größer werdenden Betrag. Um die Bezeichnung einheitlicher zu gestalten, sollen die Werte b und b' der Gleichungen der Reihe III ebenfalls mit einem großen Buchstaben bezeichnet werden, und zwar mit dem Buchstaben, der im Alphabet neben Z steht, mit dem Buchstaben Y bzw. Y'; eine Verwechselung mit dem Grundstoffsymbol Y für Yttrium ist nicht zu befürchten. Jeder dieser Werte Y kennzeichnet eine α-Gemeinschaft; da diese Werte neben der Ordnungszahl oder Kernzahl stehen, sollen sie einfach als Nebenzahl oder Nebenkernzahl bezeichnet werden. Ihre theoretische Bedeutung wird sich erst aus den späteren Betrachtungen erklären. An Stelle der Gleichungen in Reihe III treten für die α-Strahler nun die Gleichungen:

$$^1/_2 P = Z + Y \qquad ^1/_2 P = Z + Y'. \qquad V)$$

Im graphischen Felde entsprechen die Linien N_0 D N_0 D' den Werten Y und Y'.

Als Zahlenbeispiel für die Gleichungen V mögen die Werte der α-Gemeinschaft Thor-Mesothor I dienen (Abb. 3); aus Gründen, die später ausführlich behandelt werden sollen, sind die Atomgewichtswerte auf volle Einheiten abgerundet.

P Z Y P Z Y
$^1/_2 \cdot 232 = 116 = 90 + 26$ $^1/_2 \cdot 228 = 114 = 88 + 26$.

Diese α-Gemeinschaft wird also gekennzeichnet durch die Nebenkernzahl 26, die konstant bleibt.

Die Gleichung

$$^1/_2 P = Z + Y,$$

die wir soeben für die α-Strahlung benutzt haben, läßt sich indes auch für ihren Gegensatz, die β-Strahlung, gebrauchen. Hinter der Gleichheit des algebraischen Ausdrucks für beide Fälle verbirgt sich ein großer Unterschied in der Deutung der Formel V: es kommt nämlich sehr darauf an, welcher von den drei Werten P, Z und Y als Konstante angesehen wird. Für die β-Strahlung, bei der das Atomgewicht sich nicht ändert, im Gegensatz zur α-Strahlung, muß man den Wert P als Konstante auffassen. Die Veränderlichen sind dann die beiden Summanden Y und Z (die Hauptkernzahl und die Nebenkernzahl); wird Z größer, so muß Y entsprechend kleiner werden. Für die β-Strahlung, für die Umbaustrahlung, ergibt sich deshalb folgende Doppelgleichung:

$$^1/_2 P = Z + Y \quad = \quad (Z + 1) + (Y - 1). \qquad \text{VI}$$

Zur zahlenmäßigen Erläuterung diene die Wertaufstellung für die dreigliedrige β-Gemeinschaft Mesothor I, Mesothor II, Radiothor (W = Wertigkeit).

	W	P	$^1/_2$P	Z	Y	Y+Z
Mesothor I	II	228	114	88	26	114
Mesothor II	III	228	114	89	25	114
Radiothor	IV	228	114	90	24	114

Wie in dem früheren Zahlenbeispiel sind auch hier für die Atomgewichte abgerundete Werte angewandt.

Die Richtungskonstante A ist für die β-Strahlung natürlich gleich Null. Für das graphische Feld mit den Achsen P und Z hat die Gleichung VI

$$^1/_2 P \text{ (als Konstante)} = Z + Y$$

keine unmittelbare Bedeutung, wir können aber die Werte von Y, die Nebenkernzahlen, als Liniensystem auffassen, das unter einem Winkel von 45^0 durch das graphische Feld hindurchläuft, was in der Abb. 1 durch die beiden Linien E"D und E'"D' angedeutet ist; schreitet der Grundstoff-Ort im graphischen Felde durch β-Strahlung von E" nach E'" fort, so sinkt die Nebenkernzahl, der Y-Wert, um eine Einheit, während die Hauptkernzahl, der Z-Wert, um eine Einheit steigt. Wir gewinnen damit eine erweiterte Auffassung der zweiten Verschiebungsregel von Fajans und Soddy.

Außer den einfachen α- und β-Gemeinschaften kommen noch die umfassenderen Grundstoffgemeinschaften in Betracht, bei denen die Richtungskonstante $A = {}^4/_3$ ist (vgl. in Abb. 1 E'G'). Als Beispiel diene die weitgespannte Gemeinschaft $\overline{\text{Hg}}\ \overline{\text{Ca}}$; die beiden Grundstoffe gehören der Zweiwertigkeitsspalte des periodischen Systems an. Auch hier verwenden wir ganzzahlige Werte. Es ist

$$A \text{ für } \overline{\text{Hg}}\ \overline{\text{Ca}} = \frac{^1/_2\, D}{\Delta} = \frac{^1/_2 \cdot (200-40)}{80-20} = \frac{80}{60} = \frac{4}{3}$$

Auf dem Gebiete der radioaktiven Grundstoffe entspricht dieser Richtungskonstante natürlich eine bestimmte Strahlungsfolge, eine bestimmte Ab- und Umbauordnung, und zwar die Folge $\alpha\alpha\beta$ oder ihre Umkehrung $\beta\alpha\alpha$.

Den Zusammenhang der Grundwerte von D und Δ mit den abgeleiteten Werten für die Richtungskonstante erkennt man am besten aus der folgenden Übersicht, in der nach den früheren Festsetzungen die Richtungskonstante $A = {}^1/_2\, D : \Delta$ ist und w den ihr zugehörigen Winkel bedeutet. Im ganzen lassen sich für die Richtungskonstante mit Einschluß der beiden Grundfälle der α- und β-Strahlung fünf verschiedene Gesetze aufstellen, die wir aber auch ganz unabhängig von jeder chemischen Strahlung weniger bequem durch einen bestimmten Differenzen-Quotienten kennzeichnen können. Den Ausgangspunkt der Betrachtung bilden allerdings die beiden Verschiebungsregeln von Fajans und Soddy.

Übersicht II.

Strahlung	$^1/_2$ D	Δ	A	w	
1) α	-2	-2	1	45^0	1. D-Δ-Gesetz
2) β	0	$+1$	0	0^0	2. D-Δ-Gesetz
3) $\alpha+\beta$	-2	-1	2	$63^1/_2{}^0$	3. D-Δ-Gesetz
wie 1) α	-2	-2	—	—	
4) $\alpha+\beta+\alpha$	-4	-3	$^4/_3$	$53^1/_8{}^0$	4. D-Δ-Gesetz (
wie 3) $\alpha+\beta$	-2	-1	2	—	((Normalgesetz))
wie 2) β	0	$+1$	0		
5) $\alpha+\beta+\beta$	-2	0	∞	90^0	5. D-Δ-Gesetz (Isotopiegesetz)

Für Strahlungsperioden, z. B. $\alpha\alpha\beta\alpha\alpha\beta$, ergeben sich natürlich dieselben Werte wie für die einfache Strahlungsfolge, aus der sich die Periode aufbaut. In der Reihe Thor bis Thor C" haben wir z. B. die Strahlungsfolge $2\alpha\beta$ in zwei- und dreifacher Periode (Abb. 3).

Das graphische Bild dieser rechnerischen Vorgänge ist sehr einfach (siehe Abb. 1): gehen wir z. B. für $A = {}^4/_3$ von dem Grundstoff E' aus, so müssen wir parallel der P-Achse um 4 Einheiten heruntergehen, und von dort parallel der Z-Achse um drei Einheiten nach links, um den graphischen Ort des abschließenden Grundstoffs der Gemeinschaft $\beta\alpha\alpha$ in G' zu finden. Die graphische Entfernung der beiden Grundstoffe beträgt 5 Einheiten, da es sich in dem Abstandsdreieck um ein rechtwinkliges Dreieck mit den drei ersten und einfachsten pythagoreischen Zahlen handelt. Die radiogenetische Reihe E'G' hat noch zwei Zwischenglieder, deren graphische Orte leicht zu bestimmen sind: E" liegt wegen der β-Strahlung parallel der Z-Achse um eine Einheit nach rechts, das andere Glied F', der α-Strahlung folgend, in der Mitte der diagonalartig verlaufenden Linie

E"G'. Die Wertigkeitsfolge der beteiligten Grundstoffe ist, wenn der Wert IV als Ausgangspunkt dient, IV, V, III, I. Die kennzeichnende Figur der $\beta\alpha\alpha$-Gemeinschaft ist also nicht das pythagoreische Dreieck mit den Zahlen 3, 4, 5, sondern das an dessen Hypotenuse angeschlossene Dreieck E'E"G'. An seiner kleinsten und größten Seite verläuft die genetische Linie der Grundstoffumwandlung in vier Generationen, die sich verhalten wie die Reihe vom Urgroßvater bis zu dessen Urenkel. Selbst wenn wir von einem chemisch reinen Präparat des Grundstoffs E' ausgehen, so muß dieses nach einer gewissen Zeit, wenn die Halbwertzeiten nicht ungewöhnlich groß sind, in nennenswerter Weise mit Grundstoffen der ganzen Sippschaft (neben He) vergesellschaftet sein.

Durch Fortsetzung dieser Figur nach oben und unten bekommen wir als allgemeines graphisches Bild der radiogenetischen Vorgänge einen Zickzackweg; er setzt sich aus zwei Wegeinheiten zusammen, die der α- und β-Strahlung entsprechen und die wir kurz als α-Weg und β-Weg bezeichnen wollen. Wir sehen aus der Abbildung auch anschaulich, daß das allgemeine Prinzip von Le Chatelier in erweiterter Form auch auf das Gebiet der Radioaktivität anwendbar ist. Wenn auf ein im Gleichgewicht befindliches System von außen oder von innen durch Zwang eine Systemänderung ausgelöst wird, so entsteht ein Gegenvorgang, der die Wirkung des ersten Vorgangs aufzuheben sucht: die Umbautätigkeit im Atomkern ruft als Gegenwirkung die Abbautätigkeit hervor, und umgekehrt, — aber die Abbautätigkeit erweist sich als stärker.

Zu den einfachen Beziehungen, wie sie sich bei der Auswertung der allgemeingültigen mathematischen Formeln in den Zahlenbeispielen zeigten, gelangt man nur, wenn mehrere Nebenbedingungen erfüllt sind, die uns jetzt beschäftigen sollen. In erster Reihe kommt die Ganzzahligkeit der Atomgewichte in Frage; die umfangreichsten Aufschlüsse darüber verdanken wir dem „Kanalstrahlverfahren", das 1886 von Goldstein begründet und besonders durch Aston für chemische Zwecke ausgebildet ist. Durch dieses Verfahren läßt sich die Doppelfrage entscheiden, ob Grundstoffe in isotopen Formen auftreten und ob ihnen ganzzahlige Atomgewichte zukommen. Es hat sich dabei ergeben, daß die Massen aller untersuchten Isotopen innerhalb der Grenzen der experimentellen Genauigkeit durch ganze Zahlen gegeben sind, wenn O = 16 als Einheit dient; nur der Wasserstoff mit H = 1,008, für den keine Nebenform nachgewiesen, macht eine Ausnahme. Von diesem Falle abgesehen, ergab sich die Masse aller anderen untersuchten Grundstoffe, die keine Isotopen aufweisen, in zwölf Fällen als ganzzahlig. Es bleibt noch zu untersuchen, warum die Atomgewichte dieser Grundstoffe, wenn die Zahlen nach der chemisch-analytischen Methode festgestellt werden, kleine Abweichungen von der Ganzzahligkeit ergeben, und zwar meistens erst in der zweiten Dezimalstelle.

Kleinere Abweichungen von der Ganzzahligkeit, z. B. in dem Verhältnis H : He, hat man übrigens neuerdings aus der „Relativität der Masse" zu erklären versucht. Wir brauchen aber vorläufig auf diesen bedeutsamen Gesichtspunkt nicht einzugehen, können vielmehr die Ganzzahligkeit der Atomgewichte im Sinne der alten Prontschen Hypothese, auf die man jetzt wieder zurückgekommen ist, als gesichert annehmen.

Auch wenn alle Grundstoffe einen konstanten Überschuß über die Ganzzahligkeit besäßen, würden die abgeleiteten Beziehungen noch zu Recht bestehen.

Für den einfachen Ausbau unserer Gleichungen ist indessen noch eine zweite Bedingung zu erfüllen, die den Atomkern betrifft. Wir haben die α-Strahlung zunächst rein algebraisch aufgefaßt; ihrem Wesen nach ist sie erkannt worden als die Ausstoßung elektrisch geladener Helium-Atome aus dem Atominnern. Würden die Atome mit $P > 4$ nur aus Helium-Atomen bestehen, so müßte sich die Atomgewichtsreihe darstellen lassen durch die Formel:

$$P = 4n,$$

in der n, wie gewöhnlich, die Reihe der ganzen Zahlen bedeutet. Die Atomgewichtszahlen entsprechen allerdings vielfach jener Formel. Daneben gibt es aber Atomgewichte anderer Reihen, so daß wir für die Darstellung aller Atomgewichtswerte neben jener Formel ergänzend noch drei Additivsysteme einführen müssen:

$P = 4n + 1$, $P = 4n + 2$, $P = 4n + 3$.

Die Atomgewichte erschöpfen die natürliche Zahlenreihe ziemlich vollständig, soweit die Isotopenforschung schon hinreichend fortgeschritten ist, wie aus folgender Aufstellung hervorgeht; sie ist nur bis P = 43 durchgeführt, und es sind in ihr die bei den Atomgewichten nicht aufgefundenen Zahlen ausgelassen und die noch unsicheren Werte eingeklammert worden.

Übersicht III.

4	..	6,	7	He	..	Li	Li
..	9,	10,	11	..	Be	B	B
12	..	14,	..	C	..	N	..
16	..	..	19	O	..	Fl	..
20	(21)	22,	23	Ne	(Ne)	Ne	Na
24,	25,	26,	27	Mg	Mg	Mg	Al
28,	29,	(30),	31	Si	Si	(Si)	P
32	..	..	35	S	..	..	Cl
136,	37	..	39	A	Cl	..	K
140,	41	..	..	ACa	K	..	..

Aus dem ganzen vorliegenden Beobachtungsbestand ergibt sich, daß die Atomgewichtsgleichheit bei den nicht radioaktiven Grundstoffen sehr selten ist; sie liegt bis jetzt nur vor für A und Ca mit P = 40 und für eine Nebenform des Hg mit P = 204, der das Tl als β-Glied mit P = 204 an die Seite zu stellen ist.

Wenn die beiden Formen des β-strahlenden Kaliums nach der zweiten Verschiebungsregel in Ca übergehen, so müßte auch die Form Ca = 39 und Ca = 41 bestehen, so daß dann das Ca wie das Mg in der Isotopie drei aufeinander folgende Zahlen: 39, 40 und 41 aufwiese.

Ihrem Wesen nach müssen diese Systeme so aufgefaßt werden, daß in den Atomen neben Helium noch H-Atome als Bausteine eine Rolle spielen; H und He sind demnach die beiden Urgrundstoffe. Eine experimentelle Stütze findet diese Auffassung in den berühmten Versuchen von Rutherford und Chadwick (Nat. W. 1921, 728); es gelang ihnen, durch α-Strahlen aus dem Atominnern Teilchen herauszuschleudern, die man nach ihrer Reichweite als H-Atome ansprechen muß.

Übersicht IV.

Zerlegte Grundstoffe.

Grundstoff	Ordnungszahl	P	Add.-Syst.
1) Bor	5	11	$4n+3$
2) Stickstoff	7	14	$4n+2$!!
3) Fluor	9	19	$4n+3$
4) Natrium	11	23	$4n+3$
5) Aluminium	13	27	$4n+3$.

Es ist nur eine kleine Anzahl von Grundstoffen aus dem Additivsystem $4n+3$, bei denen der Abbau durch α-Strahlen erzwungen werden konnte; die Mehrzahl der Grundstoffe dieses Typus widerstand den α-Strahlen. Rutherford nimmt zur Erklärung dieser Verschiedenheit an, daß den H-Bausteinen nicht für alle Grundstoffe eine gleichartige Lage, sondern eine mehr oder weniger geschützte Lagerung im Atominnern zukomme, so daß sie den α-Strahlen nicht immer zugänglich sind.

Für die Einfacheit der algebraischen Bezeichnungen ist es nun störend, daß außer den beiden Bausteinen H und He mit den Massen 1 und 4 noch ein dritter Baustein mit der Masse 3 in Frage kommt, so daß auch mit den Reihen

$P = 3n$, $P = 3n+1$, $P = 3n+2$

zu rechnen ist; jedoch scheint der Baustein mit der Masse 3 einen Ausnahmefall vorzustellen, der fast nur bei den Anfangsgliedern des Grundstoffsystems hervortritt: zuerst treffen wir ihn bei dem Lithium, dessen Neben- und Hauptform die Atomgewichte 6 und 7 aufweisen; das Li = 6 entspricht dem Typus $3n$. Das Li = 7 entspricht zwar algebraisch dem Typus $3n+1$; es wird aber aufgefaßt als $4+3$, als Vereinigung des Heliumbausteins mit dem dritten Bausteine. In N = 14 sieht Rutherford einen Vertreter der Reihe $3n+2$.

Für unsere Betrachtung schließen wir uns jedoch an die Systeme an, die bei den Grundstoffen vorherrschen, an das Helium-System $4n$ und die Helium-Wasserstoff-Systeme $4n+1$, $4n+2$, $4n+3$. Sollen sich einfache algebraische Beziehungen ergeben, so müssen die Grundstoffe neben der Ganzzahligkeit des Atomgewichts auch noch die Gleichheit im Kernbau aufweisen; sie müssen isoadditiv sein. Wir müssen also die Grundstoffe der Reihe $4n$ für sich betrachten, ebenso die Grundstoffe der drei anderen Reihen jede unter sich. Inwieweit die Grundstoffe mit Isotopie den verschiedenen Reihen angehören, zeigt die folgende Tabelle, in der M das mittlere Atomgewicht bedeutet (vgl. Nat. Woch. 1922, Nr. 3).

Übersicht V.

Ordnungsgemeinschaften oder Isotopen

	Z	M	$4n+0$	$4n+1$	$4n+2$	$4n+3$
Li	3	6,94	—	—	6	7
B	5	11	—	—	10	11
Ne	10	20,2	20	(21)	22	—
Mg	12	24,32	24	25	26	—
Si	14	28,3	28	29	(30)	—
Cl	17	35,46	—	—	35	(39)
			—	37	—	
A	18	39,88	36	—		
			40	—		
K	19	39,1	—	—	39	
			41	—	—	
Ni	28	58,68	—	—	58	
			60	—	—	
Br	35	79,92	—	—	—	79
			—	81	—	—
Kr	36	82,92	—		78	
			80		(82—84)	
Rb	37	85,45	—	85	86	87
			(128)	129	(130)	131
X	54	130,2	132	—	134	—
			130			
Hg	80	200,6	(197—200)	—	202	—
			204	—	—	—

Keine Nebenformen weisen auf:

die Grundstoffe	H	He	Be	C	N	Fl	Na	P	S	As	J	Cs
mit P =	1,08	4	9	12	14	19	23	31	32	75	127	133

Aus den beiden Aufstellungen ergeben sich folgende Regeln:

1. Falls Nebengrundstoffe vorhanden sind, zeigen die Atomgewichte eine Stufenbildung, die eine oder mehrere Einheiten, beim Xenon sogar bis 8 Einheiten umfaßt;

2. bei den gerad- bzw. ungeradwertigen Grundstoffen herrschen die gerad- bzw. ungeradzahligen Atomgewichte bzw. Atomgewichtsstufen vor. (Die nullwertigen Grundstoffe sind dabei den geradwertigen beigesellt. H gilt als 1,00. Die eingeklammerten Werte sind als unsicher nicht mitgezählt).

Die zweite Regel trifft dann in 38 Punkten zu, dagegen zeigen sich in 8 Punkten Abweichungen: sie betreffen beim Li, Be und N Grundstoffe, in denen der Baustein 3 angenommen wird. Die Wertigkeit hängt also nicht ausschließlich mit den „Elektronen", sondern auch mit dem Atomgewicht zusammen. Wir dürfen wohl annehmen,

daß diese Beziehungen, die aus einer Reihe von 27 schon untersuchten Grundstoffen abgeleitet sind, sich sinngemäß auch auf die übrigen 65 noch nicht untersuchten Grundstoffe übertragen lassen.

Wir wenden uns deshalb zu dem Gebiet der Grundstoffe, auf dem die Isotopie besonders wichtig ist: zu den Grundstoffen mit den Ordnungsnummern 81 bis 92. In dieser Reihe liegt das Hauptgebiet der Radioaktivität, der chemischen Strahlung. Ohne Nebengrundstoffe würden in der ganzen Reihe nur 12 Vertreter vorhanden sein können, während bis jetzt 43 bekannt sind; bei ihnen überwiegen die beiden Typen $4n$ und $4n + 2$, der Thortypus und der Urantypus.

Im Anschluß an die Verschiebungssätze können wir sagen, daß kein radioaktiver Grundstoff aus dem ihm eigentümlichen Typus heraustreten kann, denn die α-Strahlung erniedrigt ja das Atomgewicht immer um 4 Einheiten, und die β-Strahlung läßt das Atomgewicht unverändert. Wir gewinnen dadurch für dieses Gebiet eine theoretische Stütze für unser allgemeines algebraisches Erfordernis: daß Grundstoffe für uns nur vergleichbar sind, wenn sie demselben System, z. B. $4n$, angehören. Die Ganzzahligkeit der Atomgewichtswerte auf diesem radioaktiven Gebiete hängt natürlich von dem Atomgewicht der beiden Ausgangspunkte Thor und Uran ab; die theoretischen und experimentellen Untersuchungen darüber sind noch nicht abgeschlossen. Vermutlich wird auch hier die Ganzzahligkeit der Atomgewichtswerte zu Recht bestehen[1]) mit der Vorherrschaft der geradzahligen Werte, entsprechend den Systemen $4n$ und $4n + 2$.

Im Anschluß an das zweite Verschiebungsgesetz ergibt sich, daß die Geradzahligkeit des Atomgewichts auch erhalten bleibt, wenn durch β-Strahlung die Geradwertigkeit zur Ungeradwertigkeit wechselt: deshalb ist in dem Gebiete der radioaktiven Grundstoffe die Ungeradzahligkeit des Atomgewichts der ungeradwertigen Grundstoffe selten; jedoch kommt dem ungeradwertigen, nicht radioaktiven Wismut nach neueren Untersuchungen nicht die alte Schneidersche Zahl 208, sondern der ungeradzahlige Wert 209 zu.

Ob in dem erörterten Gebiete der Baustein 3 eine Rolle spielt, ist noch unsicher; es wäre dann der Übergang von den Systemen $4n$ und $4n + 2$ zu den Systemen $4n \pm 1$ und $4n \pm 3$ möglich.

II. Betrachtungen über Grundstoffe des Systems $4n$.

Bei den Grundstoffen $P = 4n$ treffen wir die algebraisch einfachsten Verhältnisse. Der Kernbau des Atoms enthält nur gleichartige Bausteine, nämlich das Helium. Deshalb sind die Grundstoffe dieses Systems für die grundlegende Betrachtung am besten geeignet.

Wir haben bereits festgestellt, daß bei den Grundstoffen die Umwandlungsordnung $\beta\alpha\alpha$ bzw. $\alpha\alpha\beta$ die Richtungskonstante $^4/_3$ ergibt. Dieser Wert, der dem 4. D-Δ-Gesetz entspricht, ist nun nicht nur für die radioaktiven Grundstoffe von Bedeutung, sondern für das ganze Atomgewichtssystem, insbesondere für das System $4n$. Der Wert $^4/_3$ ergibt sich einerseits für die Grundstoffgemeinschaft Thor-Magnesium, andererseits aber auch für die Gemeinschaft Bi Ca; allerdings müssen wir im letzten Falle von einer Nebenform des Bi (vom Typus $4n$ mit $P = 208$) ausgehen.

$$\widetilde{\text{Th}}\,\widetilde{\text{Mg}}\ A = \frac{^1/_2(232-24)}{90-12} = \frac{^1/_2 \cdot 208}{78} = \frac{104}{78} = \frac{52}{39} = 1\,\frac{13}{39} = 1\,\frac{1}{3},$$

$$\widetilde{\text{Bi}}\,\widetilde{\text{Ca}}\ \ A = \frac{^1/_2(208-40)}{(83-20)} = \frac{^1/_2 \cdot 168}{63} = \frac{84}{63} = \frac{4}{3} = 1\,\frac{1}{3}.$$

Im graphischen Felde bildet jede der beiden Grundstoffgemeinschaften eine gerade Linie; wegen der gleichen Richtungskonstante müssen diese Linien natürlich parallel gehen; ihre Gleichungen lauten:

1. $^1/_2\,P = {}^4/_3\,Z - 4$, und 2. $^1/_2\,P = {}^4/_3\,Z - 6^2/_3$.

Die von den beiden Linien eingeschlossene Zone ist ziemlich eng, weshalb in der graphischen Darstellung in Abb. 2 für die Ordnungszahl der doppelte Maßstab, für das Atomgewicht dagegen der halbe Maßstab der Einheit gewählt ist, damit das Feld nicht zu umfangreich wird. — An und in der festgesetzten Zone wandern nun die graphischen Orte der Grundstoffe bzw. Systemstoffe der Gruppe $4n$ nach bestimmten Gesetzen. Die Breite der Zone, parallel der Z-Achse, entspricht zwei Ordnungseinheiten oder zwei β-Strahlungen (vgl. Abb. 1, Zone E'E'''G'''G'). Die linke Randlinie ist zunächst nur maßgebend für die Grundstoffolge vom Thor bis zum Thor C'' (Abb. 3). Von dort aus erfolgt durch eine überzählige β-Strahlung der halbe Übergang nach rechts mit der Bildung von ThD oder $Pb = 208$.

Nach der Abbildung müssen wir uns diesen Vorgang, der dem zweiten D-Δ-Gesetz entspricht, von der Endstation der großen Radioaktivitätsreihe weiter fortgesetzt denken bis zum $Bi = 208$. Eine β-Strahlung beim Thor D ist nicht nachgewiesen; aber eine chemische Strahlung konnte in der Thorreihe auch beim Mesothor I nicht nachgewiesen werden, das sich nach der β-Regel in das Mesothor II umwandelt (Fajans „Radioaktivität" 1919, S. 46). Wenn bei einer Grundstoffumwandlung die chemische Strahlung fehlt oder nicht nachweisbar ist, dann bleibt noch der chemisch-analytische Nachweis für das Entstehen eines Umwandlungsproduktes. Aber auch dieses Verfahren kann auf Schwierigkeiten stoßen, wenn die Halbwertzeit des sich umwandelnden Grundstoffs ungewöhnlich groß ist; zur Erläuterung dienen uns die beiden β-Strahler Kalium und Rubidium, deren Strahlungsvermögen nur sehr

[1]) Vgl. z. B. Sommerfeld, Atombau, 2. Aufl. 1921, S. 90.

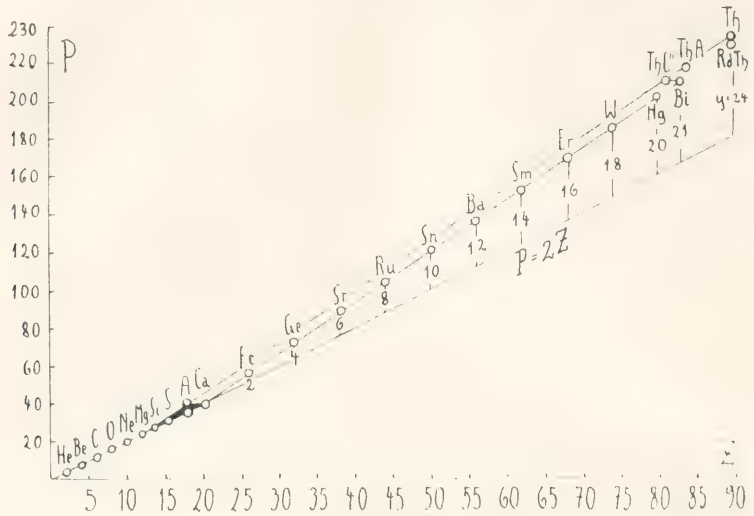


Abb. 2.

gering, und deren Halbwertzeiten sehr groß sind, bei Rb etwa 10^{11} Jahre oder 100 Milliarden Jahre betragen, bei Kalium noch mehr: auch bei ihnen konnte ein Umwandlungsprodukt bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Die Vergesellschaftung der nicht radioaktiven Grundstoffe auf ihren natürlichen Lagerstätten weist aber vielleicht auf ihren inneren genetischen Zusammenhang hin.

Vom Wismut aus herrscht in unserer Abbildung bis zum Ca die rechte Randlinie der Zone vor, bis beim Ca wieder die linke Randlinie wirksam wird. Es bilden Argon und Calcium eine Atomgewichtsgemeinschaft. Der Übergang von rechts nach links kann natürlich nur nach dem 1. D-Δ-Gesetz erfolgen. Er beginnt schon bei Fe. Für Fe = 56 und A = 40 ist D = 16, $^1/_2$ D = 8, während Δ = 8 ist, mithin A = 1. Der Übergang entspricht also der Strahlungsfolge 4 α.

Der rechten Randlinie gehören nicht weniger als 12 Grundstoffe des Systems 4n in regelmäßigen Perioden der Ordnungszahlen an; nach gewissen größeren Perioden kehrt bei den Grundstoffen die gleiche Wertigkeit wieder, wie das neben den anderen Gesetzmäßigkeiten die nebenstehende Übersicht zeigt, in der M den mittleren Atomgewichtswert angibt.

Die Übereinstimmung der Systemzahlen auf der Basis 4n mit den mittleren Atomgewichten ist ausreichend. Der Isotopenforschung ergeben sich hier neue Anregungen. Bis jetzt ist von den aufgezählten Grundstoffen nur beim Hg die Isotopie festgestellt; es ergaben sich nach der Übersicht I die Werte 202, 204 und ein Wert zwischen 197 und 200. — Es ist auffallend, daß der durch die Zeichnung verlangte Wert von 200 nicht aufgefunden wurde, sondern nur seine Oberstufe 204, die, wie erwähnt, mit Tl = 204 eine β-Gemeinschaft bildet.

Übersicht VI.

Z = 6n + 2		M	P = 4n	$^1/_2$P	Y	$^1/_2$P + Y
20	CaII	40,07	40	20	0	20
26	Fe	55,84	56	28	2	26
32	Ge	72,5	72	36	4	32
38	SrII	87,83	88	44	6	38
44	Ru	101,7	104	52	8	44
50	Sn	118,7	120	60	10	50
56	BaII	137,37	136	68	12	56
62	Sm	150,4	152	76	14	62
68	Er	167,7	168	84	16	68
74	W	184,0	184	92	18	74
80	HgII	200,6	200	100	20	80
83	Bi	209	208	104	21	83

Wie aus der Übersicht VI hervorgeht, schreiten die Werte Z der unabhängigen Veränderlichen bis zu Hg in Abständen von 6 Einheiten vorwärts. Den Abschluß bildet die Gruppe Hg Bi mit Δ = 3. Die auf der Basis P = 4n berechneten Atomgewichte schreiten um 16 Einheiten vorwärts. Die Nebenkernzahlen Y von Ca bis Hg schließlich bilden die Reihe der graden Zahlen von 0 bis 18. Es ist noch zu beachten, daß sich die „seltenen Erden", für die sich der Rahmen des periodischen Systems als zu eng erwiesen hat, sehr glatt in die neue Darstellung des Grundstoffsystems einfügen.

Will man, wie das bei Einzelfällen schon angedeutet wurde, nach dem Vorbilde der chemisch strahlenden Grundstoffe für alle Grundstoffe ohne Radioaktivität genetische Zusammen-

hänge herstellen, so läßt sich das bei den radioaktiven Grundstoffen gewonnene Rückbildungsgesetz als 4. D-Δ-Gesetz einheitlich auf das ganze Grundstoffsystem übertragen; wir beschränken uns jedoch zunächst auf die Grundstoffe des Systems 4n. Zwischen je zwei Grundstoffen der Übersicht VI sind dann von Hg bis Ca Umwandlungsvorgänge einzuschalten, deren Strahlungssymbol $\beta\beta\alpha\alpha\alpha\alpha$ wäre oder eine Umstellung des Ausdrucks.

Im graphischen Felde (Abb. 2 und Abb. 3) ergeben sich dafür von Hg bis Ca bei der Normalfolge $2\beta 4\alpha$ 10 kongruente Dreiecke von der Form, wie sie durch die drei Orte für Mg, Ca und A gekennzeichnet ist. Es können aber auch statt der großen Dreiecke solche von der halben Ausmessung auftreten, entsprechend der halb so großen Strahlungsfolge $\beta\alpha\alpha$, die schon in der Abb. 1 behandelt worden ist. An die Strecke Hg Bi und die Strecke ThA-ThC'' könnte man solche Dreiecke nach der rechten Seite anschließen; aber für ThA und ThC'' ist die Strahlungsfolge nicht $\beta\alpha\alpha$, sondern $\alpha\beta\alpha$, für die sich im graphischen Felde zwei kongruente Scheiteldreiecke ergeben (Abb. 3). Auch an die Strecke ThThA ist nicht das Normaldreieck ACD entsprechend $\beta\beta\alpha\alpha\alpha\alpha$ anzuschließen, sondern ein weniger einfaches Bild, die der Strahlungsfolge $\alpha\beta\beta\alpha\alpha\alpha$ entspricht. Trotzdem können wir die Strahlungsfolge $2\beta 4\alpha$, das 4. D-Δ-Gesetz, als das Durchschnittsgesetz bei der Rückbildung oder Aufbaubildung im Grundstoffsystem bezeichnen. Der Maßstab der Abb. 2 gestattet nicht, die Zickzacklinie einzutragen, die uns den genetischen Zusammenhang der radioaktiven Grundstoffe des Systems 4n von Thor bis Thor C'' und Thor D vor Augen führt: für diesen Zweck dient eine besondere Abbildung, Nr. 3, die uns ein klares Bild aller Umwandlungsvorgänge in der Thorreihe liefert und auch zur Erläuterung bei den allgemeinen Bemerkungen mit großem Nutzen für die Anschauung zum Vergleich herangezogen werden kann.

Bei der für die Thorreihe angegebenen Strahlungsfolge ist zu beachten, daß an erster Stelle für Z = 87 (Abb. 3) eine Lücke E bleiben muß; sie ist im periodischen System trotz aller Forschungen noch immer erhalten geblieben, während zahlreiche andere Lücken inzwischen durch neu entdeckte Grundstoffe besetzt worden sind. Dasselbe wie für die Lücke Z = 87 gilt (Abb. 3) für die Lücke neben D mit Z = 85: beide hängen genetisch zusammen. Bei der angegebenen Strahlungsfolge bedingt die erste Lücke die zweite im Abstande von $\Delta = 2$.

Während die besagten Lücken so gewissermaßen theoretisch gerechtfertigt sind, müssen wir nun untersuchen, ob sich bei anderer Strahlungsfolge eine lückenlose Reihe von Grundstoffen in bezug auf die Ordnungszahl ergeben kann. Es ist dies der Fall für die kleinere Strahlungsfolge (s. Abb. 1): setzen wir für G' auch β-Strahlung voraus, als Fortsetzung der oberen Strahlungsfolge, so folgen ununterbrochen nach der Ordnungszahl geordnet folgende Grundstoffe aufeinander: G'; G''; F'; F'' bzw. E'; E''.

Es ist damit nachgewiesen, daß, je nach der Strahlungsfolge, eine lückenlose Ordnungsreihe oder auch eine mit Lücken eintreten kann. Es bleibt noch zu untersuchen, inwieweit sich die Atomgewichte der Grundstoffe mit den noch nicht behandelten Ordnungsnummern unseren theoretischen Anforderungen anschließen; der noch nicht abgeschlossene Stand der Isotopenforschung läßt in vielen Fällen noch nicht sicher erkennen, wie der Weg zwischen den

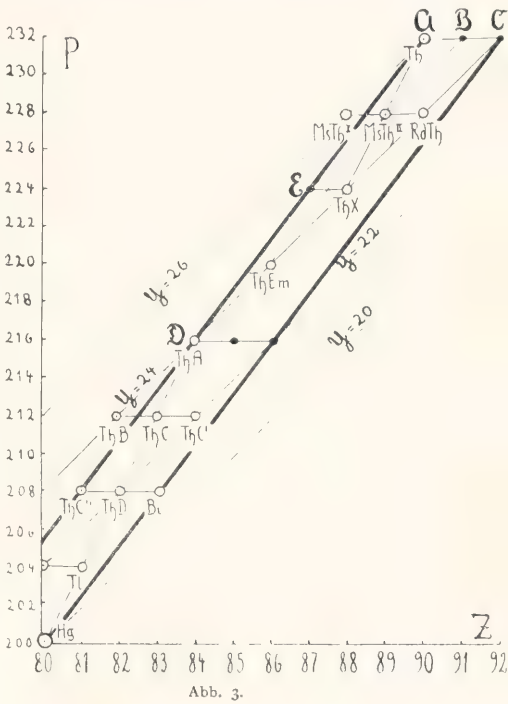


Abb. 3.

bereits im graphischen Felde festgelegten Punkte des Grundstoffsystems mit der Basis P = 4n zu denken ist. Es gibt eine besondere Art der Weglinie (Abb. 1 E'G''), die vom linken Rande E'G' der Zone halbwegs nach dem Rande E'''G''' führt.

Statt der Strahlungsfolge $\beta\beta\alpha\alpha\alpha\alpha$ nämlich, die wir wegen ihres einfachen graphischen Bildes als die Normalform angesehen haben, können auch die Strahlungsfolgen $\underbrace{\alpha\beta\beta\alpha\alpha\alpha}$, $\underbrace{\alpha\beta\alpha\beta\alpha\alpha}$ oder $\underbrace{\alpha\alpha\beta\alpha\beta\alpha}$ usw. auftreten, deren graphische Bilder unsymmetrische Zickzacklinien sind. Diese Umstellungen der Normalfolge bedingen wegen des ge-

klammerten Teiles das Auftreten von besonderen dreigliedrigen Grundstoffgemeinschaften (Abb. 1, E'F'G") mit der Richtungskonstante A = 2 (vgl. Übersicht II); bei diesen ist die Summe der D-Werte = −8, die der Δ-Werte = −2, also A = +2. Die Randglieder E" und F" der beiden β-Gemeinschaften E'E" und F'F" werden dabei graphisch und rechnerisch ausgeschaltet. Es bleibt als Resultante der graphischen Bewegungen die Strecke E'F'G". — Die Grundstoffgemeinschaften dieser Art können auch mehr als drei Glieder haben, wenn überzählige β-Strahlungen auftreten; sie werden dann die untere Randlinie ganz erreichen oder auch überschreiten. Alles nähere ist aus der folgenden Aufstellung ersichtlich, in der W die Wertigkeit, M das mittlere Atomgewicht bedeutet.

Übersicht VII.

	W	Z	P = 4n	M
Th	4	90	232	—
Ms Th II	3	89	228	—
Th X	2	88	224	—
Th A	6	84	216	—
Th C	5	83	212	—
Th D	4	82	208	—
Tl	3	81	204	204,0
Hg	2	80	200	200,6
Au	1	89	196	197,2
Te	6	52	128	127,5
Sb	5	51	124	**120,2**
Sn	4	50	120	118,7
In	3	49	116	114,8
Cd	2	48	112	112,4
Ag	1	47	108	107,88
Ti	4	22	48	48,1
Sc	3	21	44	44,1
Ca	2	20	40	40,07

Die Spalten P = 4n und M stimmen genügend überein bis auf Sb; über Hg = 200 und seine Isotopie ist schon an anderer Stelle das nötige gesagt. — Von Fe zu Ti führt der Weg 2α; dort tritt eine Gabelung ein. Durch einen weiteren Weg von 2α erreichen wir, wie schon erwähnt, einerseits die Stelle A, andererseits durch den Weg 2 ($\alpha\beta$) die Stelle Ca, das mit A eine Atomgewichtsgemeinschaft bildet. — Auffallend ist das Heraustreten der Orte für Au und Ag nebst Cd und In aus der Grundstoffhauptzone: das Überschreiten der Zone wird immer dann erfolgen bei Grundstoffen des linken (oberen) Randes, wenn dort eine α-Strahlung einsetzt (vgl. Abb. 3 Th und Ms Th I, sowie ThA und ThB); bei Grundstoffen der rechten (unteren) Randlinie dagegen wird es erfolgen, wenn β-Strahlungen eintreten oder Strahlungsfolgen, in denen die β-Wirkung überwiegt. Die Rückkehr zum Zonenrand muß dann durch wiederholte α-Strahlung erfolgen. Wenn wir das Ag vorläufig ausschalten, so ergibt sich für die Strecke BaSnRu folgende Weglinie:

Ba; α; X; α; Te; $\alpha\beta$; Sb!; $\alpha\beta$; Sn; $\alpha\beta$; In; $\alpha\beta$; Cd; αPd; αRu.

Die beiden Schwierigkeiten mit Ag und dem Atomgewicht für Sb, deren Isotopien noch nicht untersucht sind, werden sich vielleicht später überwinden lassen. Für X mit einem mittleren Atomgewicht M = 130,2 ist die Nebenform für die Basis 4n mit P = 132 bereits festgestellt. — Diese Beispiele für die genetische Linienführung müssen vorläufig genügen.

Es soll nun noch die Frage gestreift werden, ob auch für die anderen Grundstoffsysteme die im System P = 4n ermittelten Gesetzmäßigkeiten gelten. Als Beispiel diene das System 4n + 3: um für dieses System dieselbe Ausgangszahl für Z zu haben wie bei P = 4n, beginnen wir die Betrachtung bei dem Radioaktinium, dem wahrscheinlich das Atomgewicht 227 zukommt (Neuburger, a. a. O. S. 55); das weitere ergibt die folgende summarische Aufstellung.

Übersicht VIII.

	Z	P=(4n + 3)	M
Rd Ac	90	227	—
Tu II	72	179	(178)
X	54	131*)	130,2
Kr	30	83*)	82,92
V	23	51	51,0
Cl	17	35*)	35,46

Die mit *) bezeichneten Werte sind durch das Kanalstrahlverfahren sichergestellt. Für Krypton ergab sich ein Wert zwischen 82 und 84. Die Gleichung der Gemeinschaft RdAc Kr ist

$$^1/_2\,P = {}^4/_3\,Z - 62^2/_3.$$

Die Gleichung für die Gemeinschaft V-Cl ist

$$^1/_2\,P = {}^4/_3\,Z - 51^1/_6.$$

Die beiden Linien, die diesen beiden Gemeinschaften entsprechen, gehen parallel, weil beide dieselbe Richtungskonstante, die Normalrichtungskonstante $^4/_3$ haben, wie wir das bereits im System P = 4n in Abb. 2 gesehen haben.

Die von beiden Linien eingeschlossene Zone ist halb so schmal wie die Zone in Abb. 2. Der Übergang von der rechten Randlinie läßt sich in ähnlicher Weise bewirken wie bei der Abb. 2. Wir berechnen die Richtungskonstante der Übergangsgemeinschaft KrV

$$A = \frac{^1/_2\cdot(83-51)}{36-23} = \frac{16}{13},$$

sie entspricht der Strahlungsfolge $8\alpha\,3\beta$.

	$^1/_2$ D	Δ
8α	−16	−16
3β	0	+3
$8\alpha\,3\beta$	−16	−13, mithin $A = \frac{16}{13}$.

Diese Strahlungsfolge läßt sich umrechnen in $3(2\alpha+\beta)+2\alpha$. Es herrscht also auch hier die Normalfolge vor, an die sich zwei überzählige

α-Strahlungen anschließen; auf weitere Einzelheiten soll jetzt noch nicht eingegangen werden. —

Ich glaube, daß die neuen Grundlagen allen Ansprüchen aus dem System der Grundstoffe genügen werden, und behalte mir die weiteren Ausführungen vor. —

Man hat schon lange vermutet, daß den mannigfachen Beziehungen in dem System der Grundstoffe und seinem ganzen Aufbau umfangreiche Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen müssen. In der vorliegenden Arbeit glaube ich einen wesentlichen Schritt zur Erkenntnis in dieser Richtung getan zu haben. Wenn Sommerfeld in seinem schönen Werke über den Atombau (2. Aufl. 1921, S. 61) in bezug auf das Grundstoffsystem sagt: „Man ahnt . . . das Walten tieferer mathematischer Gesetze", so glaube ich, an Stelle unbestimmter Vermutungen durch meine Ausführungen neue, klare und zusammenfassende Einblicke in das Wesen des Grundstoffsystems gegeben zu haben. Es ist dies gelungen durch die Aufstellung des ganz allgemeinen und neuen Begriffs der Grundstoffgemeinschaften und ihre Kennzeichnung durch die Richtungskonstante und die Nebenkernzahl. Jede der beiden Reihen der neuen Konstanten zeigt in sich die denkbar einfachsten mathematischen Beziehungen. Der neue Rahmen des Grundstoffsystems beseitigt alle Schwierigkeiten des „periodischen Systems". Alle Grundstoffe mit Einschluß der „seltenen" Erden und aller Isotopien lassen sich bequem unterbringen, und die Stellen der Rückläufigkeiten verlieren ihren Ausnahmecharakter. —

Zum Schluß spreche ich den Herren Demski und Alisch, die mir beim Abschluß des Manuskripts behilflich waren, meinen verbindlichsten Dank aus.

Bemerkungen zum Erdbeben auf Jan Mayen am 8. April 1922 und über die Erdbeben des subarktisch-atlantischen Bruchfeldes überhaupt.

(Mitteilung aus der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena.)

[Nachdruck verboten.] Mit 1 Karte.

Am Abend des 8. April 1922 verzeichneten die Seismometer zahlreicher Erdbebenwarten ein Beben, das seinen Ursprung in unmittelbarer Nähe der Vulkaninsel Jan Mayen in der europäischen Arktis genommen hat. Dieses Beben ist von ganz besonderem wissenschaftlichem Interesse, weil die instrumentelle Registrierung infolge eines glücklichen Zufalles durch makroseismische Beobachtungen, wohl die ersten aus jener Gegend überhaupt bekannt gewordenen, soweit eine willkommene Ergänzung erfährt, daß die Festlegung des Epizentrums bis auf wenige Zehner von Kilometern genau wird. Erst dadurch werden wir in den Stand gesetzt, einen tieferen Einblick in ein Gebiet zu gewinnen, das bis dahin der seismischen Forschung noch kaum zugänglich war. Allerdings, verdächtig als Ausgangsgebiet von Erdbeben ist jene Gegend schon seit fast zwei Jahrzenten gewesen. Waren doch seit 1904 mindestens drei instrumentelle Aufzeichnungen bekannt, die irgendwo aus dem mittleren Abschnitt des Europäischen Nordmeeres herstammen mußten. Aber eine sicherere Lokalisierung war aus Gründen, die dem Praktiker geläufig sind, nicht durchführbar, und deshalb ist es fast selbstverständlich, daß die bisherigen Bearbeiter dieser Registrierungen, Rosenthal,[1]) Szirtes,[2]) Tams[3]) und Verfasser,[4]) zu etwas voneinander abweichenden Koordinaten für die Epizentren gelangt sind.

Der Grund, weshalb makroseismische Beobachtungen sowohl von der Insel Jan Mayen als auch aus den benachbarten Meeresteilen noch nicht bekannt waren, ist leicht verständlich. Diese Insel liegt nämlich im nebelreichen Grenzgebiet des Polar- und des Golfstromes und im Bereich der Drift des Westeisgürtels, der auch den Zugang zur Ostküste Grönlands so sehr erschwert. Infolgedessen wird die Insel selten gesehen und noch seltener betreten, fast ausschließlich Fangleute besuchen die sonst unbewohnte Insel, vornehmlich des Robbenschlags wegen; längeren Aufenthalt nehmen dagegen mitunter wissenschaftliche Expeditionen, die wohl auch überwintern, z. B. 1882/83 der Stab der österreichischen Polarstation Wilczek[5]) in der Maria-Mußbai und gegenwärtig das norwegische Observatorium an der Jamesonbucht. Dazu kommt, daß die Erdbeben für gewöhnlich höchstens in wenigen Sekunden vorüber sind und deshalb leichter der Beobachtung entgehen als etwa Vulkanausbrüche, die ja meistens lange andauern und oft weithin sichtbar sind. Über letztere haben wir denn auch aus Jan Mayen schon mehrere Nachrichten.

[1]) Rosenthal, E., Katalog der im Jahre 1904 registrierten seismischen Störungen. Veröffentlichungen des Zentralbureaus der Internationalen Seismologischen Assoziation. Serie B. Kataloge. Straßburg 1907.

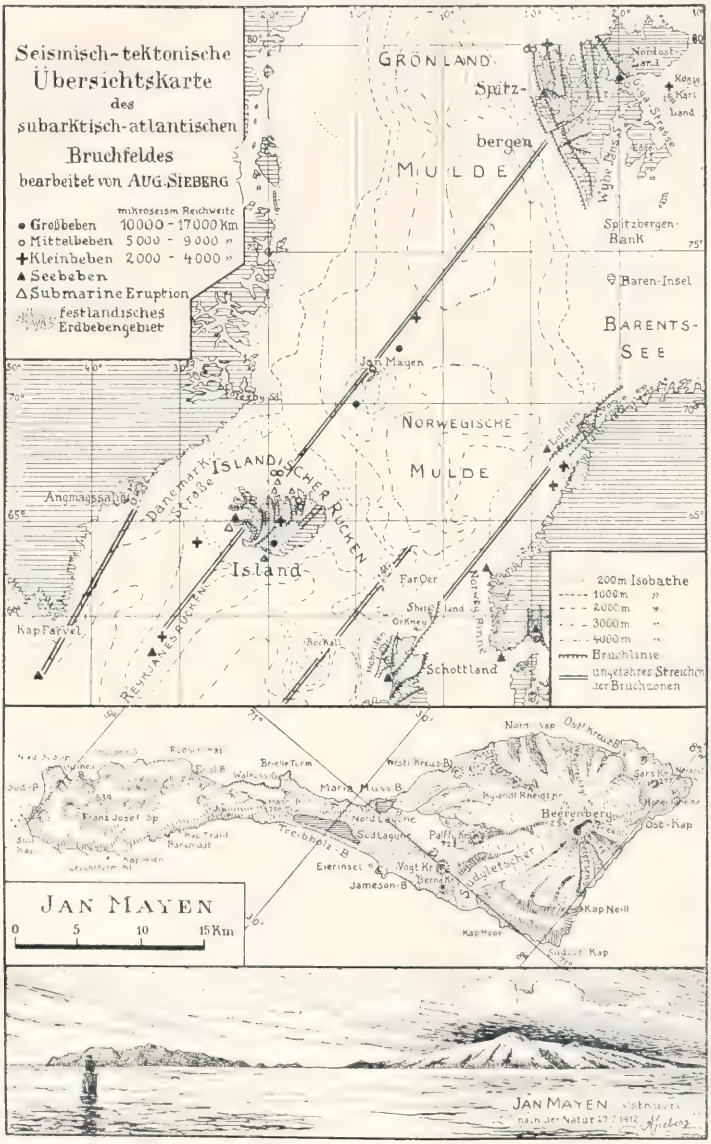
[2]) Szirtes, S., Desgl. 1906. Ebenda. Straßburg 1910.

[3]) Tams, E., Die seismischen Verhältnisse des Europäischen Nordmeeres und seiner Umrandung. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg, Bd. XXXIII, 1921.

[4]) Sieberg, A., Die Verbreitung der Erdbeben auf Grund neuerer makro- und mikroseismischer Beobachtungen und ihre Bedeutung für Fragen der Tektonik. Veröffentlichungen der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena (früher in Straßburg i. Els.), Heft 1. Jena 1922.

[5]) Die österreichische Polarstation Jan Mayen. Herausgegeben von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Wien 1886.

Für das Beben vom 8. April 1922 liegen nun, wie bereits gesagt, die Verhältnisse außergewöhnlich günstig deshalb, weil dasselbe auf Jan Mayen von Menschen gefühlt worden ist. Diese Nachricht, unseres Wissens die erste von dorther, verdanken wir zunächst Herrn Bruno Rolf in Stockholm, Sekretär der Abisko-Station. Sie besagt: „Aus Jan Mayen wird gemeldet, daß am Sonnabend, den 8. April zwischen $^1/_2$10 und 10 Uhr nachmittags ein kräftiges, kurzes Erdbeben stattgefunden hat, welches das Wohnhaus in Schaukeln ähnlich dem Seegang versetzte. Das Erdbeben begann mit einem starken Knall." Quelle hierfür war ein Funkspruch des norwegischen Observatoriums auf Jan Mayen (Jamesonbucht) an das Geophysikalische Institut in Tromsö. Der Direktor des letzteren, Herr O. Krogness, hatte die Liebenswürdigkeit, uns nähere Angaben zu machen, denen folgendes aus dem Bericht des Radiotelegraphisten Ulereng entnommen sei: „Kurz nach 20 $^1/_2{}^h$, wahrscheinlich um $20^h\,44^m$ Gr. Z. vernahm ich ein rollendes, bergsturzähnliches Geräusch, erst schwach, als ob es weit entfernt wäre, dann stärker werdend wie bei bedeutender Annäherung; die Dauer betrug wenige Sekunden. Als das Geräusch am stärksten war, fing der ganze Grund und das Haus plötzlich an stark zu beben; damit hörte das Geräusch plötzlich auf. Das Haus zitterte zuerst einige Sekunden, dann verlangsamte sich die Bewegung zu Schaukeln wie ein Schiff auf stark bewegter See, das langsam schwächer wurde. Die Hängelampen pendelten ziemlich stark hin und her in der Richtung Ost-West; etwa eine Viertelstunde nachher betrug



die Amplitude noch ungefähr 5 cm. Ich ging hinaus um zu sehen, ob ich eine Veränderung irgendwo in den Gebirgen sehen könnte, ob es möglicherweise ein großer Bergrutsch gewesen wäre; aber ich konnte nichts bemerken. Von zwei Expeditionsmitgliedern, die sich in der Haugenhütte (an der Küste der Maria Mußbucht südlich der Nordlagune) befanden, wurde das Beben gleichfalls gefühlt und zwar um $20^h 44^m$." Aus dem fühlbaren Verlauf des Bebens, das am Beobachtungsort etwa V.—VI. Grades war, ergibt sich der Charakter eines Nahbebens, nämlich Vorphase und lange Wellen der Hauptphase. Die seismometrischen Aufzeichnungen lieferten als Koordinaten für das Epizentrum $\lambda = 8^0\ 1/2$ w. Gr. und $\varphi = 71\ 1/2^0$ N, etwa 50 km nordwestlich des Nordendes von Jan Mayen.

Ganz einsam ragt die Insel Jan Mayen [1]) unter ungefähr 71^0 n. Br. und $8\ 1/2^0$ w. Lg. aus der Beckenmitte des Europäischen Nordmeeres hervor auf einem unterseeischen Rücken, der von der Nordküste Islands in nordöstlicher Richtung nach der Spitzbergen-Bank bzw. der Barents-See hinzieht und das Becken in die Grönland-Mulde (bisher gemessene größte Tiefen 3630 m bzw. 4864 m) und in die Norwegische Mulde (3667 m) scheidet. Die Entfernung Jan Mayens von Island beträgt etwa 550 km. Auch im Südwesten Islands setzt sich die unterseeische Bodenschwelle im Reykjanes-Rücken noch weiterhin fort. Jan Mayen selbst, etwas über 50 km lang mit SW—NO verlaufender Längsachse, setzt sich aus einer Gruppe von jungen, zum Teil wohlerhaltenen Vulkanbergen zusammen, die allmählich miteinander verwachsen sind. Den auffallendsten Abschnitt bildet der Nordosten, der über 2500 km hohe Vulkankegel des Beerenberges. Dieser besitzt einen großen Gipfelkrater von fast 1 1/2 km Durchmesser und zahlreiche Flankenkegel, unter denen Palffy- und Vogt-Krater am Südfuße besonders auffallen; der in der Literatur häufig genannte Fugleberg an der Maria Mussbucht ist ein zerstörter Krater, in den das Meer drang. Im übrigen bedeckt ein Eismantel den größten Teil des Beerenberges, und zahlreiche große Gletscherzungen gehen zum Meere nieder. Wenn auch der Beerenberg seit der 1910 erfolgten Entdeckung der Vulkanwelt Spitzbergens [2]) seinen Ruf als nördlichster Vulkan der Erde eingebüßt hat, ist er doch noch immer der großartigste der ganzen arktischen Region. Eine flache Nehrung mit zwei Lagunen erstreckt sich zwischen der Maria Muß-Bucht im Nordwesten und der Treibholz-Bucht im Süden und stellt die Verbindung des Beerenberges mit der schmalen und ziemlich niederen Südhälfte der Insel her. In letzterer bilden basaltische Laven und Aschen einen langgestreckten Höhenzug, dessen zahlreiche Gipfel ebensoviele Vulkankegel mit Kratern darstellen. Neben der höchsten Erhebung, der über 800 m hohen Franz-Josef-Spitze, fällt der nicht einmal 300 m hohe Kegel des Hannberges infolge seiner isolierten Lage vor dem Nordrand besonders auf. Die ganzen Bergformen beweisen, daß noch nicht lange Zeit verflossen sein kann, seitdem die vulkanische Tätigkeit zur Ruhe gekommen ist. Einige Ausbrüche scheinen von der Insel bezeugt zu sein. Es bleibt freilich zweifelhaft, ob das Getöse, [1]) das sieben überwinternde Holländer am 8. September 1633 vernahmen, vulkanischen Ursprungs gewesen ist. Hingegen berichtet der Hamburger Bürgermeister Andersen mit Bestimmtheit, ein Fangschiffer habe im Mai 1732 einen vollständigen Ausbruch aus einem kleinen Seitenkrater beobachtet. Scoresby und ein anderer Kapitän sahen 1818 in derselben Gegend mächtige Rauchsäulen aufsteigen. Auch von der Nordseite der kleinen Eierinsel [2]) im Ostabschnitt der Treibholz-Bucht, nahe Esk-Mountain, soll im April des gleichen Jahres während einer Stunde alle 3 oder 4 Minuten eine beträchtliche Rauchsäule mehr als einen Kilometer hoch aufgestiegen sein, was allerdings O. Nordenskjöld [3]) nach der Form und dem Aufbau dieses Berges für wenig wahrscheinlich hält. Vom Gipfelkrater des Beerenberges sind Ausbrüche nicht bekannt, er gilt als erloschen.

Obwohl Jan Mayen von Island durch Meerestiefen von mehr als 2000 m getrennt ist, muß man es als Fortsetzung jener jungen Vulkanzone Islands ansprechen, auf der allein die historisch bekannten Eruptionen stattgefunden haben. Sie ist aber vor allem gekennzeichnet durch gewaltige Brüche, die gegen Ende der Tertiärzeit Island in SW—NO-Richtung weitgehend zerstückelten. Diese ganze Störungszone hat sich von jeher auch als der Schauplatz häufiger und mehr oder minder kräftiger Erdbeben betätigt. In der Verlängerung der auf Island nachgewiesenen Bruchzone liegt einerseits Jan Mayen und erstreckt sich andererseits der unterseeische Reykjanes-Rücken, der sich in der Hauptsache in Tiefen zwischen 1200 m bis 1600 m von der Südwestecke Islands gegen das Nordatlantische Tiefseebecken vorschiebt. Vom Reykjanes-Rücken kennen wir gefühlte Seebeben, submarine Eruptionen und aus neuerer Zeit 2 seismometrisch registrierte Kleinbeben. Im bebenreichen Mittelstreifen Islands kommt es zeitweise zu Großbeben; vor der Nordküste sind bereits ein zweimal tätig gewesener Mittelbeben-

[1]) Sieberg, A., Geologische Skizzen aus der europäischen Arktis. Naturw. Wochenschr. N. F. XI. Bd., S. 753 ff. Jena 1912.

[2]) Hoel, A. und Holtedahl, O., Les nappes de lave, les volcans et les sources thermales dans les environs de la Baie Wood au Spitzberg. Videnskapselskapets Skrifter. I. Mat.-naturv. Klasse 1911, Nr. 8, utgit for Fridtjof Nansens Fond. Christiania 1911.

[1]) Scoresby, W., An Account of the arctic Regions. I. Bd., S. 167. Edinburg 1820.

[2]) Sapper, K., Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. Schriften der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg, 27. Heft, S. 73. Straßburg 1917.

[3]) Nordenskjöld, O., Die Polarwelt und ihre Nachbarländer. S. 27. Leipzig und Berlin 1909.

herd und drei submarine Ausbruchsstellen nachgewiesen. Die Gegend um Jan Mayen herum wies in den Jahren 1904—1914 drei allerdings bloß registrierte Beben, zwei Groß- und ein Kleinbeben auf; dazu kommt dann noch dasjenige vom 8. April 1922, dessen mikroseismische Reichweite bisher noch nicht festzustellen war, jedenfalls aber 5000 km überschreitet.

De Geer[1]) hat zuerst darauf hingewiesen, daß das durch den Isländischen Rücken abgeschnürte Becken des Europäischen Nordmeeres eine sinkende Scholle, dagegen die randlichen Küstengebiete in Hebung begriffen seien infolge des Abschmelzens diluvialer Eiskappen. Diese entgegengesetzt gerichteten isostatischen Ausgleichsbewegungen hätten zur Bildung peripherischer und radialer Brüche geführt, der von Erdbeben heimgesuchten Fjorde Norwegens, Schottlands, Nordislands, Ostgrönlands und Westspitzbergens. Tams[2]) konnte diese Ansicht an der Hand weitergehender seismischer Untersuchungen stützen, und Verf. ist im großen und ganzen zum gleichen Ergebnis gekommen. Allerdings scheint hinsichtlich der Erdbebenentstehung ein weiteres, bisher übersehenes Element in dem sinkenden subarktisch-atlantischen Bruchfeld eine größere Rolle zu spielen als der Kesselbruch mit seinen Radialspalten, nämlich SW—NO, also kaledonisch streichende Brüche größten Ausmaßes. Dieses Element kommt in dem mindestens 2000 km langen Zuge Reykjanesrücken—Island—Jan Mayen, der stellenweise der tiefsten Versenkung entspricht, auch seismisch am kraftvollsten zum Ausdruck. Anscheinend gehört weiterhin der genau in der nordöstlichen Fortsetzung verlaufende Einbruch des Eisfjords auf Spitzbergen nebst den Parallelbrüchen, z. B. der Königs- und Kreuzbucht, woher ein Seebeben[3]) bekannt ist, sowie des Glocken-Sunds zu dieser Bruchzone; alsdann würde sich deren Länge auf über 3000 km belaufen. Daß Spitzbergen tatsächlich ein seismisch recht regsames Gebiet ist, wie schon der tektonische Aufbau[1]) vermuten läßt, beweisen die im Jahre 1911/12 an der deutschen geophysikalischen Station Adventbay (Eisfjord) von G. Rempp gewonnenen seismischen Registrierungen von nicht weniger als 6 Nahbeben[2]) mit verschiedenen Herden. Sicheres über die Lage der spitzbergenschen Erdbebenherde läßt sich infolge des begreiflichen Fehlens makroseismischer Beobachtungen noch nicht sagen. Nun findet sich dieses tektonische Element auch an anderer Stellen wieder: Einesteils an der Südostküste Grönlands, die zwischen Scoresby-Sund und Kap Farvel sicherlich einer Bruchzone entspricht; sie wird durch die trotz ungünstigster Beobachtungsmöglichkeiten nicht selten gefühlten Erdbeben zu Angmagssalik, sowie südlich des Kap Farvel durch eine Zone mit gefühlten Seebeben gekennzeichnet. Der östliche Parallelzug, Hebriden—Schottland—Shetlandinseln — westskandinavische Fjordküste — Lofoten, zeigt nicht nur an manchen Stellen, so in Schottland und auf den Lofoten, den Bruchcharakter augenfällig, sondern verrät ihn auch an manchen Stellen durch gefühlte Erd- und Seebeben sowie durch instrumentell nachgewiesene; so liegen Kleinbebenherde auf der unterseeischen Felsplatte des Vestfjords im Bereich der Lofotenbrüche und im Schärenhof nahe dem Polarkreis. Eine weitere parallel hierzu und zum Reykjanesrücken verlaufende Bruchzone, Rockallfelsen—Fär Öer, scheint nur im unterseeischen Bodenrelief zum Ausdruck zu kommen; seismisch gilt sie im allgemeinen als ruhig, jedoch erinnern ich mich, in nicht mehr feststellbaren Berichten etwas über gefühlte, wenn auch seltene Erdbeben auf den Fär Öern und über ein Seebeben beim Rockallfelsen gelesen zu haben.

Im Auftrage: A. Sieberg.

[1]) De Geer, G., Kontinentale Niveauveränderungen im Norden Europas. Verhandlungen des Internationalen Geologenkongresses Stockholm 1910, Bd. 2.

[2]) a. a. O.

[3]) Römer, F. und Schaudinn, F., Fauna arctica. Eine Zusammenstellung der arktischen Tierformen mit besonderer Berücksichtigung des Spitzbergengebietes auf Grund der deutschen Expedition in das nördliche Eismeer im Jahre 1908. Bd. I, S. 19. Jena 1900.

[1]) Sieberg, A., Spitzbergens Erdbeben und Tektonik. Gerlands Beiträge zur Geophysik, XIII. Bd., 1914, S. 114 ff.

[2]) Mainka, C., Ergebnisse der Erdbebenstation Adventbay auf Spitzbergen in der Zeit vom 27. Oktober 1911 bis 18. Juni 1912. Ebenda, S. 103 ff.

Bücherbesprechungen.

Bavink, Bernhard, Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. Eine Einführung in die moderne Naturphilosophie. 2. Aufl. Leipzig 1921, Hirzel. 63 M.

Naturphilosophie ist immer noch ein Gebiet, um das die Naturforscher herumzugehen pflegen wie die Katze um den bekannten heißen Brei. Und das nicht ganz mit Unrecht. Einmal ist in naturwissenschaftlichen Kreisen die Erinnerung an die haltlosen Phantasien Schellings und Hegels noch zu stark, als daß sie nicht mit äußerstem Skeptizismus allem begegneten, das sich Naturphilosophie nennt, und zum andern regen sich auch gerade wieder in der jüngsten Philosophie allerhand metaphysische Kräfte, die sich in ihren Zielen und Absichten nicht gar zu weit von der Hegelei entfernen. Hat doch unlängst noch ein so kompetenter Beurteiler wie Rickert der Philosophie Hegels die Prognose auf die nächste Zukunft gestellt. Und wenn das auch weniger im Sinne einer Renaissance der Hegelschen Naturphilosophie gemeint ist, so ist

die Gefahr, daß auch diese wieder ihren verderblichen Flug unternehmen könnte, nicht so ohne weiteres von der Hand zu weisen.

Für diese Art Naturphilosophie ist wesentlich, daß sie zur Gewinnung ihrer Wesenserkenntnisse der Natur keinerlei Naturwissenschaft nötig hat. Ihre Lehren sind alsolut unabhängig von allen Ergebnissen der Naturwissenschaft. Sollten diese ihnen wirklich einmal widersprechen, dann um so schlimmer für die — Naturwissenschaft.

In den letzten fünfzig Jahren hat sich nun aber eine ganz andere Art Naturphilosophie herausgebildet, die in ihren Ansprüchen viel bescheidener ist als die metaphysischen Systeme und die darauf abzielt, die Naturwissenschaft zu ergänzen und zu vervollständigen, die selbst Naturwissenschaft ist. Sie ist ohne Naturwissenschaft undenkbar und erkennt den Grundsatz an, daß es eine andere Art Naturerkenntnis als die von der Naturwissenschaft erreichte nicht gibt. Zu dieser ebenso notwendigen wie nützlichen, wie für den Naturforscher unverfänglichen Naturphilosophie haben die wertvollsten Beiträge geliefert Männer wie Mach, Avenarius, Wundt, Haeckel, Ostwald, Roux, Verworn, Driesch, Becher u. a.. In ihr lassen sich deutlich zwei Hauptarbeitsrichtungen unterscheiden, eine logisch-methodologische, die also vorwiegend darauf gerichtet ist, die Erkenntnisart in den verschiedenen Naturwissenschaften zu analysieren und zu vergleichen, und eine mehr synthetische, die darnach strebt, aus den Ergebnissen der Einzel wissenschaften ein abgerundetes Gesamtbild von der Natur zu gewinnen, die also, wie Comte einmal sehr geistvoll sagt, aus dem Studium der Allgemeinheiten der Einzeldisziplinen ihre Spezialität macht.

Ein solches Ziel verfolgt auch Bavink in dem nunmehr in zweiter Auflage vorliegenden Buche; und wenn man die Leistung an dieser Aufgabe mißt, wird man zugeben müssen, daß er sein Ziel in jeder Hinsicht vollauf erreicht hat. Das soll natürlich nicht besagen, daß man nicht in vielen Fragen anderer Meinung sein könnte als er — das ist bei einem Werke mit so universalen Absichten selbstverständlich der Fall —, wohl aber ist damit gemeint, daß es kein Problem von einigermaßen allgemeinem Interesse in der heutigen Naturwissenschaft gibt, das unser Autor nicht einwandfrei dargestellt und in einer Form beurteilt hat, der auch ein Gegner der jeweiligen Lösung, die Bavink gibt, einräumen muß, daß sie sich durchaus in ernster Diskussion fähigen Bahnen bewegt. Das ist offenbar alles, was man billigerweise verlangen kann. In diesem Sinne werden die modernen Atomforschungen ebenso sachkundig behandelt wie die Relativitätstheorie, die Erscheinungen der organischen Vererbung oder das Problem der Selektion. Dazu kommt, das alles mit sehr viel pädagogischem Geschick dargestellt ist, so daß sich das Bavinksche Buch besonders als objektive erste Einführung in unser Gebiet eignet. Wer danach dann noch die Darstellung sorgfältig studiert, die Becher von unserer Wissenschaft in der „Kultur der Gegenwart" gegeben hat, darf hoffen, ein zuverlässiges Bild von der Natur, wie sie die moderne Naturwissenschaft sieht, erlangt zu haben. Wir wünschen Bavinks Buch in seiner Gestalt recht weite Verbreitung.

Adolf Meyer (Hamburg.)

Hagen, Werner, Die deutsche Vogelwelt nach ihrem Standort. Ein Beitrag zur Zoogeographie Deutschlands und zugleich ein Exkursionsbuch zum Kennenlernen der Vögel. 74 Textbilder und 4 doppelseitige Tafeln. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung.

Als Junge war mein Lieblingsbuch G. Jägers Deutschlands Tierwelt, dessen Wiedererstehen im neuen Gewande gewiß jeder junge Zoologe und Naturfreund mit Freuden begrüßen würde. Auf dem Gebiete der Vogelwelt hat der Verf. versucht, die Lücke auszufüllen. Es ähnelt in dieser Beziehung dem bekannten Floerickeschen Taschenbuch zum Vogelbestimmen. Aber in einer Beziehung geht es über beide Bücher hinaus. Der Verf. versucht dem Leser ein Verständnis dafür beizubringen, wie unsere Ornis allmählich in seiner buntscheckigen Zusammensetzung entstanden ist. Die einschneidende Bedeutung der Eiszeit und die Wandlungen der postglazialen Perioden werden dem aufmerksamen Leser nicht entgehen. Die Benutzung der jüngsten Erdfunde bei der Herauskristallisation des Bildes, das sich Verf. von unserer Mischornis macht, ist zu spüren. Literaturangaben wären für den, welcher mehr über diese interessanten Fragen wissen möchte, sicher sehr erwünscht gewesen. Ebenso hätte ich gern eine Zusammenfassung der Ergebnisse auf einer leichtverständlichen Karte und vielleicht einigen Tabellen gesehen. Daß im übrigen die Gedanken über das Werden unserer mitteleuropäischen Vogelwelt nicht in systematischer Anordnung und lehrhaftem Tone vorgetragen werden, sondern stets am Ende oder Anfang der einzelnen Abschnitte — Moor, Ödland und Sumpf, Wiese, Binnengewässer, Meeresküste, Nadelwald, Laubwald, Mittelgebirge, Hochgebirge, Menschensiedlungen — also so, wie es der Vogelfreund gerade auf seiner Exkursion braucht, ist nicht zu tadeln. Wie die gefiederten Freunde vor dem Auge des Beobachters auftauchen, werden sie in kurzen, die wesentlichen Kennzeichen hervorhebenden Beschreibungen dem Leser vor Augen geführt. Man spürt den sicheren Kenner und praktischen Feldornithologen und läßt sich gern von ihm leiten. Dies und das bequeme Taschenformat werden das Buch zu einem beliebten Begleiter auf Ausflügen machen. Der Bilderschmuck ist reich aber etwas ungleichmäßig in der Güte der Ausführung. Wir wünschen dem Buch weite Verbreitung.

H. Duncker.

Wolterstorff, W., Die Molche Deutschlands und ihre Pflege. „Biologische Arbeit" Heft 13. 56 S. 8°. 22 Textabbildungen. Freiburg i. Br. 1921, Theodor Fischer.

Das Heft behandelt die deutschen Urodelen systematisch bis in die Unterarten genau sowie nach Möglichkeit die Unterschiede der Larvenformen, beschreibt die Lebensweise, das seelische Verhalten — der Terminus technicus würde lauten: die Tierpsychologie — und die Erscheinungen bei der Fortpflanzung und gibt genaue Anweisung zur Pflege und Fütterung der Tiere in allen Stadien (Euchyträenzucht usw.). Einfluß abnormer Bedingungen sowie Vererbungsfragen kommen nicht zur Sprache, Neotenie nur kurz. Jedenfalls ist das Büchlein vom besten Kenner der Sache geschrieben. Hier und da staunt man, wie manche Frage noch ungeklärt ist, z. B. die, ob Urodelen an Land trinken. Jedenfalls sah man sie dabei nie die Zunge benutzen, aber angeblich mit dem Mund Wasser schlucken. In der Regel aber begibt sich ein feuchtigkeitsbedürftiger Molch gleich ganz ins Wasser. Aufnahme von Flüssigkeit durch die Haut gilt als nicht zu bezweifeln. — Amputation eines nach Biß verpilzenden Gliedes ist keine Tierquälerei, da eine Minute darnach wieder gefressen wird.

Das Büchlein ist vor allem der Jugend zugedacht, doch auch jedem, den es sonst angeht.

V. Franz.

Podestà, Dr. H., Physiologische Farbenlehre. Leipzig 1922, Verlag Unesma. 60 M.

Als viertes Buch der „Farbenlehre" von W. Ostwald erscheint die vorliegende Arbeit, die die Physiologie des Sehorgans sowie das normale und anomale Sehen behandelt, wozu noch ein nicht ganz in den Rahmen passender Anhang über „Gesundheitspflege des Auges" tritt.

Das Buch ist gänzlich elementar gehalten und darum für den Anfänger in der Farbenlehre überhaupt von Wert. Weshalb es jedoch in die auf 5 Bände berechnete systematische Lehre Ostwalds aufgenommen wurde, bleibt dem Berichterstatter um so unverständlicher als dem vorliegenden Buch gerade das Kennzeichen der neuen Lehre abgeht, nämlich die Benutzung und Herausarbeitung quantitativer Beziehungen. Die Ausführungen bewegen sich in oft reichlich „populären" und breiten Bahnen. Geschichtliche Betrachtungen sind in den systematischen Gang der Darstellung eingeflochten.

Bei der unverhältnismäßigen Breite der Darstellung der Anomalien des Sehens mußte alles andere zu kurz kommen. Neuere Untersuchungen auf optisch-physiologischem Gebiete sind nicht verwertet, Literaturhinweise vermieden worden. So ist das Buch ein Anfängerbuch geblieben, das in dieser Beziehung einen gewissen Wert hat. Für den Fortgeschrittenen handelt es sich um eine die Geduld beanspruchende Aufzählung bekannter Dinge ohne Zusammenhang mit der Lehre Ostwalds, handelt es sich um Geplauder, nicht um straffe, vertiefte wissenschaftliche Mitteilungen.

H. Heller.

Brion, Dr. G., Luftsalpeter. Seine Gewinnung durch den elektrischen Flammenbogen. 2. verb. Aufl. Leipzig 1921, Vereinigung wissensch. Verleger. (Sammlung Göschen Nr. 616). 4.20 M.

Vorzügliche Darstellung des technisch und wirtschaftlich gleich beziehungs- und lehrreichen Problems der elektrischen Stickstoffbindung. 51 Figuren, zum Teil Lichtbilder technischer Anlagen verdeutlichen den ansprechend vorgetragenen Text auf das Beste.

H. Heller.

Literatur.

Febringer, Otto, Unsere Singvögel. 96 farbige Tafeln. Sammlung naturwissenschaftl. Taschenbücher. IX. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung. Geb. 50 M.

Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher. Hrsg. von E. Jahnke. Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus von Dr. Clemens Schaefer. 2. Aufl. Leipzig-Berlin '22, B. G. Teubner. Kart. 60 M.

Wetzel, Perigraphische Zeichen- und Meßapparate zur Aufnahme von Umrißformen.

Knopfli, Methoden der Tiergeographie.

Keller, Die Methoden der Haustierforschung.

Sußdorf-Ackerknecht, Die präparatorisch-anatomischen Methoden bei den höheren Säugetieren. Berlin-Wien '22, Urban & Schwarzenberg. Geh. 48 M.

Sammlung Göschen.

Groll, Dr. M., Kartenkunde. 2. Aufl. Neubearb. von Dr. O. Graf. I. Die Projektionen. Berlin-Leipzig '22, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. Geb. 12 M.

Jensen, Prof. Dr., Die Atmosphäre der Erde. Wolken und Wetter. Ratgeber zum Studium der Wetterkunde. 16 Bildkarten mit Text und 12 Textabbildungen. Hamburg-Altrahlstedt '22, Henri Grand.

Sechs farbige Naturaufnahmen von Arzneipflanzen. Ausgabe A, Folge 18, 19, 20. Dresden, Gehe-Verlag G. m. b. H.

Meyer, Prof. Dr. Rich., Vorlesungen über die Geschichte der Chemie. Leipzig '22, Akademische Verlagsgesellschaft. Brosch. 200 M., geb. 240 M.

Stiny, Ing. Dr. phil., Technische Geologie. Stuttgart '22, Ferd. Enke.

Kayser, Dr. Emanuel, Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. 3. Aufl. Stuttgart '22, Ferd. Enke.

Neumann, Ernst Rich., Vorlesungen zur Einführung in die Relativitätstheorie. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 90 M.

Inhalt: E. Nickel, Neue Grundlagen für den einheitlichen Aufbau des Grundstoff-Systems in mathematischer Ableitung. (3 Abb.) S. 433. Bemerkungen zum Erdbeben auf Jan Mayen am 8. April 1922 und über die Erdbeben des subarktisch-atlantischen Bruchfeldes überhaupt. (1 Karte.) S. 443. — **Bücherbesprechungen**: B. Bavink, Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. S. 446. W. Hagen, Die deutsche Vogelwelt nach ihrem Standort. S. 447. W. Wolterstorff, Die Molche Deutschlands und ihre Pflege. S. 448. H. Podestà, Physiologische Farbenlehre. S. 448. G. Brion, Luftsalpeter. S. 448. — **Literatur**: Liste. S. 448.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 13. August 1922. | Nummer 33

Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen.

[Nachdruck verboten.]

Von **Karl Kuhn.**

Die modernen Großstationen für drahtlose Telegraphie benützen elektrische Wellen bis zu 20 km Länge und erzielen damit eine Reichweite von 20000 km; das ist der halbe Umfang des Erdballs. So können wir heute von Nauen aus drahtlos mit jedem Erdteil in Verbindung treten. In unseren elektrischen Lichtleitungen schwingt ein Wechselstrom von 50 Perioden in der Sekunde, dem entspricht eine Wellenlänge von 6000 km in der Luft. Eine Größengrenze nach oben gibt es im Spektrum der elektromagnetischen Wellen nicht. Marconi, der Erfinder der drahtlosen Telegraphie, arbeitete anfangs mit elektrischen Wellen von 100—300 m Länge. Die ersten elektrischen Wellen, welche ihr Entdecker Heinrich Hertz im Jahre 1887 erzeugte, hatten eine Wellenlänge von 6 m; seine berühmten Versuche über „die Strahlen elektrischer Kraft" führte Hertz mit Wellen von 60 cm Länge aus. Diese Wellen waren millionenmal größer wie die Wellen der gelben Natriumlinien.

Im Jahre 1895 wiederholte der russische Physiker Lebedew[1]) die klassischen optischen Versuche von Hertz mit elektrischen Wellen von nur 6 mm Länge; Lebedew benützte als Strahlenquelle ein winziges elektrisches Fünkchen zwischen zwei Platindrähten von je 1,3 mm Länge. O. von Baeyer[2]) erzeugte 1912 elektrische Strahlen von 2 mm Länge in genügender Stärke, um ihre Eigenschaften zu untersuchen. Nach einer Lücke von $2^1/_2$ Oktaven kamen die längsten ultraroten Strahlen mit 0,34 mm Wellenlänge; welche Heinrich Rubens und O. v. Baeyer[3]) 1911 im elektrischen Lichtbogen einer Quarzquecksilberlampe fanden. Neuerdings hat nun W. Möbius[4]) diese Lücke im elektromagnetischen Spektrum überbrückt. Er untersuchte eingehend die Strahlung eines sehr kleinen Senders nach Lebedew und fand neben der aus den Dimensionen des Senders berechneten Grundschwingung noch eine ganze Reihe übergelagerter kleiner Wellen von 5 mm bis herab zu 0,10 mm. Ob es sich hierbei um Oberschwingungen des Senders handelt oder um Schwingungen von Platinteilchen, die während des Funkenüberganges losgerissen werden, ist noch nicht festgestellt. Die an Intensität sehr schwachen, übergelagerten kurzen Wellen sollen mit einem hochempfindlichen Galvanometer, das sich im Bau befindet, näher untersucht werden. Die kürzesten elektrischen Wellen stimmen in ihren Eigenschaften mit den längeren ultraroten Strahlen des Spektrums weitgehend überein.

Wichtige Ergebnisse über die Struktur der Strahlung im Raume dürften vielleicht gewisse Interferenzversuche haben, wenn zu ihnen einmal elektrische Wellen und dann ultrarote Strahlen von gleicher Wellenlänge verwendet werden. Die Emission der Strahlen eines elektrischen Senders erfolgt nämlich kontinuierlich nach den Gesetzen, die von Maxwell-Hertz aufgestellt worden sind; die Emission der gleichlangen ultraroten Strahlen erfolgt aber nach den Gesetzen der Quantentheorie. Vielleicht läßt sich bei gewissen Interferenzversuchen auch ein Unterschied der freien Strahlungen nachweisen.

Das ganze ultrarote Spektrum umfaßt rund 9 Oktaven und dann folgt jener kleine, aber für uns wichtige Abschnitt im Spektrum der elektromagnetischen Wellen, die sichtbaren Lichtstrahlen mit einer Wellenlänge von 700—400 $\mu\mu$.[1]) Nicht ganz eine Oktave elektromagnetischer Wellen erschließt dem elektrischen Sinnesorgan des Menschen, dem Auge, die bunte Mannigfaltigkeit der Welt. Jenseits der violetten Strahlen eines Spektrums beginnen die unsichtbaren ultravioletten Strahlen, welche vor 121 Jahren J. W. Ritter durch ihre chemische Wirkung entdeckt hat. Durch Verwendung von Spektrographen mit Quarzflußspatoptik konnte Stokes im ultravioletten Gebiet über eine Oktave weiter, bis zu Strahlen von 185 $\mu\mu$ vordringen.

Kürzere Wellen werden von der atmosphärischen Luft und von der Gelatine der photographischen Platten stark absorbiert. Daher baute Viktor Schumann in Leipzig im Jahre 1892 einen Vakuumspektrographen mit einem Prisma und mit Linsen aus Flußspat und photographierte die Spektren mit selbst präparierten, bindemittelfreien Platten. So konnte er bis zu Strahlen von 123 $\mu\mu$ vordringen. Bei Wellen von 120 $\mu\mu$ an absorbiert auch der Flußspat sehr stark. Th. Lyman[2]) ersetzte daher im Vakuumspektrographen das Flußspatprisma und die Flußspatlinsen durch ein Rowlandsches Konkavgitter. Der Spektrograph wurde mit hochverdünntem Heliumgas gefüllt und dies im Spektrographen selbst durch kondensierte elektrische Entladungen zum Leuchten erregt. So

[1]) Wiedemanns Ann. d. Phys. 56, S. 1 (Barth, Leipzig 1895).

[2]) Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen 1912 (J. Springer, Berlin).

[3]) Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Ak. d. Wiss., S. 339 bis 345 (1911).

[4]) Ann. d. Phys. 62, S. 293—322 (1920).

[1]) 1 $\mu\mu$ = 0,000001 mm.

[2]) Nature 95, S. 343 (1915).

fehlte zwischen der Lichtquelle und der gelatinefreien photographischen Platte außer dem stark verdünnten Helium jeder absorbierende Körper. Die kürzeste photographierte Linie hatte eine Wellenlänge von 60 $\mu\mu$ (= 600 Å[1])); das Spektrum war damit im Jahre 1915 gegenüber Schumann um eine weitere Oktave nach den kürzeren Wellen hin erweitert.

R. E. Millikan[2]) ist noch sehr viel weiter in das Ultraviolett vorgedrungen. Er evakuierte den Gitterspektrographen vollständig (unter 10^{-4} mm Hg) und benutzte als Lichtquelle eine sehr starke elektrische Entladung zwischen zwei Metall- oder Kohlenelektroden in sehr kurzem Abstand (0,1 bis 2 mm). Der Funke zwischen Zink-, Eisen-, Nickel-, Silber- und Kohlenelektroden wird durch mehrere hundert Kilovolt aufrecht erhalten und verdirbt das Hochvakuum nicht. Das benutzte Konkavgitter von 83 cm Brennweite hatte 564 Striche pro mm. Zahlreiche Linien im äußersten Ultraviolett wurden beobachtet. Die kürzeste Wellenlänge hatte eine Nickellinie von 202 Å.

Neuerdings hat Millikan[3]) mit seinem Hochvakuumgitterspektrographen das Übergangsgebiet von den kurzwelligsten optischen Spektren zu den Linien im Röntgenspektrum photographiert. Bisher klaffte eine Lücke von 4 Oktaven im Spektrum der elektromagnetischen Wellen zwischen der kürzesten ultravioletten Nickellinie und der längsten mit Kristallgitter photographierten Linie im Röntgenstrahlengebiet. Millikan überbrückte die Lücke, indem er im Hochvakuum durch Glühelektronen die L-Serie im Röntgenspektrum von Aluminium, Magnesium, Natrium, Fluor bis herab zum Lithium, dem drittleichtesten Element, erregte und diese Röntgenlinien der leichtesten Elemente mit den optischen Mitteln seines Spektrographen im Ultravioletten photographierte.

Gleichzeitig wurde durch eine ganz andere Methode der Ultraviolettspektroskopie die Lücke zwischen den kurzen ultravioletten Wellen und den Röntgenstrahlen geschlossen. Diese zweite Methode wurde von Dember (1913) angegeben und von Frank und anderen aufs feinste ausgebaut. Sie besteht darin, daß im Hochvakuum durch Elektronen (einer Glühkathode) von ganz genau bestimmter Geschwindigkeit an einem Element eine einzelne optische Linie oder Linien aus dem Röntgenspektrum des Elementes erregt werden. Die erzeugten Ätherwellen werden durch den photoelektrischen Effekt nachgewiesen; genaue Wellenlängenmessungen erfolgen durch Bestimmung der Geschwindigkeit der erregenden Glühelektronen oder durch Geschwindigkeitsmessung der photoelektrisch ausgelösten Kathodenstrahlen im Magnetfeld. Mit dieser Methode haben kürzlich Mohler und Foote[1]) die Strahlung von Kalium, Natrium und Magnesium im Übergangsgebiet vom ultravioletten Licht zu den Röntgenstrahlen gemessen; im gleichen Strahlenbezirk untersuchten Richardson und Bazzoni[2]) die K-Strahlung des Kohlenstoffs und die M-Strahlung des Molybdäns, Kurth[1]) die K- und L-Strahlung von Kohlenstoff und Sauerstoff sowie die M- und N-Serie von Eisen und Kupfer. Durch diese Arbeiten ist das Gebiet von den Röntgenstrahlen an bis zu Wellen von 375 Å Länge erforscht.

Die längste mit einem Kristallgitter photographierte Linie im Röntgenstrahlengebiet hat eine Wellenlänge von 13,3091 Å. Es ist dies die von M. Siegbahn[3]) gemessene $L\alpha$-Linie des Kupfers. Durch Röntgenvakuumspektrographen mit Kristallgittern kann höchstens bis zu einer Wellenlänge von 20 Å vorgedrungen werden, da für längere Wellen selbst bei den weitmaschigsten Kristallen die Gitterkonstante nicht mehr groß genug ist. Die Röntgenspektrographen müssen für Strahlen bis herab zu 1,5 Å völlig evakuiert werden, da die langwelligen Röntgenstrahlen gerade wie die kürzeren ultravioletten Strahlen bereits von Gasen sehr stark absorbiert werden. Die kürzeste bis jetzt gemessene Wellenlänge im Gebiet der Röntgenstrahlen fanden Dessauer und Back.[4]) Eine Glühkathodenröntgenröhre, welche mit 245 000 Volt Spannung betrieben wurde, ergab im Kristallgitterspektrographen eine kontinuierliche Strahlung bis herab zu einer Wellenlänge von 0,057 Å.

Noch kürzere Wellenlängen haben die mit den Röntgenstrahlen wesensgleichen γ-Strahlen der radioaktiven Stoffe. Rutherford[5]) stellte als erster im Jahre 1914 an den γ-Strahlen des Radiums Wellenlängenmessungen mit Kristallgittern an und konnte als kurzwelligste Linie eine Strahlung von 0,072 Å photographieren. Neuerdings beobachtete Compton[6]) an radioaktiven Stoffen γ-Strahlen bis herab zu einer Wellenlänge von 0,02 Å. Das durch die Kristallgitter spektrographisch genau erschlossene Gebiet der Röntgen- und γ-Strahlen reicht damit heute von 0,02 Å bis zu 13,3 Å und es umfaßt dieser neue Spektralbereich über 9 Oktaven.

Für härtere γ-Strahlen versagen die Kristalle als Beugungsgitter; die Abstände der Gitterebenen werden im Verhältnis zu den Wellenlängen zu groß. Hier führt nun die gleiche Meßmethode weiter, welche auch die Lücke zwischen den Röntgen- und ultravioletten Strahlen überbrücken ließ.

[1]) 1 Å (= Ångström-Einheit) = 0,1 $\mu\mu$ = 0,000 0001 mm.
[2]) Astrophys. Journ. 52, S. 47–64 (1920) nach Phys. Ber., S. 117–118 (1921).
[3]) Proc. Nat. Acad. 7, S. 289 (1921) nach Nw. 10, S. 379.

[1]) Nw. 10, S. 369 nach Phys. Rev. 1921.
[2]) l. c. nach Phil. Mag. 1921.
[3]) Jahrbuch d. Radioaktivität u. Elektronik Bd. 18, H. 3. Verh. d. d. phys. Ges. S. 75 (1920).
[4]) Verh. d. d. phys. Ges. 21, S. 168 (1919).
[5]) Phil. Mag. 28, S. 263 (1914).
[6]) Nw. 10, S. 368 nach Phys. Rev. 1921.

Man läßt nämlich die zu messenden γ-Strahlen auf verschiedene Stoffe auffallen und mißt die Geschwindigkeit der ausgelösten Elektronen durch ihre Ablenkung im Magnetfeld. Mit dieser Methode hat C. D. Ellis[1]) die γ-Strahlen von Radium B gemessen und hat Wellenlängen von 35,4 x-Einheiten[2]) bis zu 51,9 x-Einheiten festgestellt. Lise Meitner[3]) fand als kürzeste Wellenlänge diejenige der γ-Strahlen des Thoriums C'', welche sich zu 24,5 x-Einheiten ergab.

Diese γ-Strahlen entstehen bei der Bremsung von β-(=Elektronen-)-Strahlen mit 87 % Lichtgeschwindigkeit. Es gibt aber noch viel kurzwelligere γ-Strahlen, denn die schnellsten β-Strahlen des Radiums C erreichen fast die volle Lichtgeschwindigkeit (0,998 % nach J. Danysz).[4]) Diese β-Strahlen entsprechen den Kathodenstrahlen einer Röntgenröhre, welche durch ein Feld von etwa 2 102 000 Volt beschleunigt worden sind. Die Wellenlänge der bei ihrer plötzlichen Bremsung entstehenden elektromagnetischen Strahlung ergibt sich mit Hilfe der Quantentheorie zu 0,007 Å. Da Elektronenstrahlen von Überlichtgeschwindigkeit nicht möglich sind, so liegt ungefähr auch hier das natürliche Ende des Spektrums der elektromagnetischen Wellen.

Heute umfaßt das gesamte Spektrum der Wellen, welche durch Interferenzmethoden gemessen werden, Strahlen von $0{,}02 \cdot 10^{-8}$ cm an bis weit über $2 \cdot 10^{6}$ cm Wellenlänge. Alle diese Wellen pflanzen sich infolge ihrer Wesensgleichheit mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde im Raume fort. Die auffallenden Unterschiede etwa der Röntgenstrahlen, der sichtbaren und der elektrischen Wellen, welche bei der drahtlosen Telegraphie gebraucht werden, folgen einzig aus dem entsprechend großen Unterschied der Wellenlängen dieser transversalen Schwingungen im Äther oder hypothesenfreier im Dielektrikum. Auch hat sich bei der Überbrückung der beiden Lücken im Spektrum der elektromagnetischen Wellen gezeigt, daß die ultraroten Strahlen ohne jede sprunghafte Änderung ihrer Eigenschaften in die kurzwelligsten elektrischen Strahlen übergehen und daß auch die langwelligen Röntgenstrahlen mit den ultravioletten Strahlen in ihrem Wesen völlig übereinstimmen.

[1]) l. c. S. 369 nach Proc. Roy. Soc. 99, S. 261 (1921).
[2]) 1 x-Einheit = 10^{-11} cm.
[3]) Nw. 10, S. 383 und Z. f. Phys. 9, S. 131—152 (1922).
[4]) Le Radium 9, S. 1 (1912).

Bücherbesprechungen.

v. Hahn, Dr. Friedrich-Vincenz, Über die Herstellung und Stabilität kolloidaler Lösungen anorganischer Stoffe. (Mit besonderer Berücksichtigung der Sulfidsole). Mit 13 Abb. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 5 M.

Der ein wenig selbstsichere Ton der Darstellung steht im umgekehrten Verhältnis zu dem sachlichen Wert — nicht dieses Buches, sondern der darin behandelten Arbeiten im allgemeinen. Denn leider muß man sagen, daß die Kolloidchemie den Rang einer „exakten" Wissenschaft oft nur bedingt verdient. Die wertvollen Ansätze einiger Forscher, durch strenge Methodik den Erkenntniswert kolloider Erscheinungen zu steigern, sind zu jungen Datums, als daß man davon bereits wirkliche „Früchte" ernten könnte. Mit dem bloßen Ungefähr aber ist niemandem gedient. Dieses Ungefähr, das Unbestimmte kommt in dem vorliegenden Buche in einem Maße zum Ausdruck, daß man ein unbefriedigtes Gefühl eigentlich nie ganz los wird. Als besonders krasse Beispiele für die Unbestimmtheit der vorgetragenen Arbeiten nenne ich: die elektrosynthetisierten Metallsole, von denen S. 16 gesagt wird, es „scheint sich vorwiegend um Sole von Metalloxyden zu handeln"!, ferner die Theorie der elektrischen Zerstäubungserscheinungen (S. 23), die angebliche Darstellung kolloiden Zinnobers aus „einem alten und vielleicht verunreinigten Präparat von Quecksilbercyanid"! (S. 41), endlich ein Passus auf S. 51, der ausführlich mitgeteilt sei. Er beginnt: „Aus den beiden experimentell erwiesenen Sätzen, daß nicht dissoziierte organische Verbindungen keine koagulierende Wirkung haben (dieser Satz ist durch die Beobachtung, daß auch Zucker und Filtrierpapier flocken können, widerlegt worden!) ..." Ein Satz, der durch andere Beobachtungen „widerlegt" wurde, ist nicht „experimentell erwiesen"! Dann aber muß es als eine — Kühnheit bezeichnet werden, Filtrierpapier als organische „Verbindung" zu behandeln. Es steht das auf derselben Stufe wie das Verfahren mit „vielleicht verunreinigten" Präparaten zu arbeiten und aus den nicht reproduzierbaren Ergebnissen weittragende theoretische Schlüsse zu ziehen. Der Berichterstatter versagt sich eine Kennzeichnung solcher Methodik.

Die Stilisierung des Buches entspricht vielfach seinem Inhalt. Der Herr Verfasser sehe sich beispielsweise den letzten Satz auf S. 49, der auf S. 50 weitergeht, an. Ausdrücke wie z. B. „Schwefelkiesel" für SiS_2 sind nicht selten. In Figur 6 fehlt der Buchstabe D. Wie schon angedeutet; hier handelt es sich nicht um exakte Naturwissenschaft, sondern um eine literarische Angelegenheit, deren wie immer tadellose Aufmachung durch den guten Verlag man fast bedauert.

Wer sich über die Herstellung kolloider Lösungen unterrichten will, greife zu dem Buche von The Svedberg (zweite deutsche Auflage,

Dresden 1920). Mit dem vorliegenden Buch ist der Kolloidchemie im allgemeinen kein Dienst erwiesen worden. H. Heller.

Chemie-Büchlein. Ein Jahrbuch der Chemie. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Bauer. Stuttgart 1922, Franckhsche Verlagshandlung. 9,60 M.

Das vorliegende Büchlein aus dem bekannten Verlag allgemeinverständlicher Werke naturwissenschaftlicher Richtung eröffnet eine Reihe von Jahresberichten, die „in gemeinverständlicher und doch wissenschaftlicher Art" über die Gesamtentwicklung der neuzeitigen Chemie unterrichten wollen. Der Zweck ist sicher lobenswert. Berichterstatter fühlt sich jedoch verpflichtet zu sagen, daß der hier zu besprechende Band keinen tadellosen Auftakt für dieses Unternehmen darstellt. Das Büchlein ist vielmehr augenscheinlich viel zu hastig zusammengestellt worden. Es wimmelt von Druckfehlern. Gleich die zweite Umschlagseite, die Buchanzeigen gewidmet ist, weist zwei grobe Entstellungen auf. Und in dem vom Herausgeber geschriebenen Beitrag über „Organische Chemie" ist der Name des verdienten Kohleforschers Gluud (sic!) durchweg verdruckt.

Auch sachlich bekommt man zuweilen den Eindruck einer flüchtigen Arbeit. Insbesondere der einleitende Aufsatz von E. Kohlweiler über den „Aufbau der Materie" ist das Gegenteil einer pädagogisch durchdachten Zusammenstellung der hier zu erörternden Forschungsergebnisse. Es erübrigt sich darzulegen, warum aber gerade „gemeinverständliche" Darstellungen mit äußerster Gewissenhaftigkeit in der Didaktik ausgearbeitet werden müssen. Aus dem Empfinden des zu kritischer Wertung unfähigen Nichtfachmannes heraus muß dagegen Verwahrung eingelegt werden, daß (um ein Beispiel herauszugreifen) S. 13 die unfertigen Diffusionsversuche des Verf. an Joddampf ohne weitere Erörterung neben den glatt widersprechenden Befund von Aston gestellt werden. Und es ist leider nicht nur eine stilistische Mangelhaftigkeit, wenn S. 31 behauptet wird, die „Feinstruktur der Spektrallinien" werde „durch die vertieften Raumzeitverhältnisse bedingt (!)". Der Verf. bringt eine Unmasse der schwierigsten theoretischen Erörterungen zur Sprache, deren Sinn dem Laien ewig dunkel bleiben und auch dadurch nicht deutlicher sein wird, daß er sie mit Werturteilen, wie „glänzend", „größter Triumph" usw. ausgestattet vorgetragen sieht. Der Satz: „Dadurch hat die Atomidee im weiteren Sinn eine gewisse abschließende Krönung erfahren, insofern sich die Erkenntnis klar herausgeschält hat ..... usw. über 11 Zeilen (S. 24) kennzeichnet die ganze wenig befriedigende Arbeit.

Besser gelungen ist der Beitrag von A. König über Katalyse; schlicht und klar und darum schätzenswert ist „Die Stickstoffgewinnung aus der Luft" von V. Reuß. In dem Beitrag des Herausgebers ist der Abschnitt über „die Kohle und ihre Veredelung" zu sehr ins einzelne geführt. Der Beitrag über „Farbstoffe und Faserstoffe" endlich ist vorwiegend eine knappe Darstellung längst bekannter Verhältnisse in Industrie und Wissenschaft. Da er der Feder Hugo Kauffmanns entstammt, so ist die Gewähr sachlich und formell einwandfreier Darstellung gegeben. Wertvoll wird dieser Teil durch eine Skizzierung der Ostwaldschen Farbenlehre. Die Sachlichkeit dieser Darstellung berührt um so wohltuender, als die Mehrzahl der Leute, die sich ein Urteil über Ostwalds Arbeiten anmaßen, leider nicht die Befähigung hierfür besitzt, wofür ich auch an dieser Stelle die Namen Trillich und besonders Ganswindt (Deutscher Färber-Kalender 1922) als Beleg nenne.

Einige kleinere Mitteilungen schließen das Bändchen ab. Im ganzen läßt es den Wunsch berechtigt erscheinen, daß seine Nachfolger mit mehr Ruhe und Nachdenken über die Bedürfnisse des Leserkreises, an den es sich wendet, gearbeitet werden möchten! Der Herausgeber ist sehr wohl der Mann, sich eines in jeder Beziehung einwandfreien Mitarbeiterkreises zu versichern; und der Verlag hat gleichfalls bewiesen, daß er Besseres zu leisten imstande ist. H. Heller.

Emil Frhr. von Dungern, Über die Prinzipien der Bewegung, das Wesen der Energie und die Ursachen der Stoßgesetze. 37 S. Jena 1921, G. Fischer. 5 M.

Allen großen universalen Erklärungsprinzipien der Naturwissenschaft wohnt die Tendenz inne, über den Rahmen ihrer Mutterwissenschaft hinauszuwachsen und das Ganze der Naturwissenschaft kausal zu beherrschen. Das ist der Moment, in dem aus logisch wohl definierten und fundierten kausalen Sätzen ein metaphysisches Gebilde entsteht, unsicher in seiner Auffassung und Abgrenzung und nur erfüllt von dem in der reinen Wissenschaft gänzlich unbrauchbaren Streben, Definitives und Abschließendes zustande zu bringen. So entstand vor unseren Augen aus dem Selektionsprinzip der Biologie durch seine unkritische Übertragung auf die ihm nur sehr bedingt zugänglichen Gebiete der Psychologie, Soziologie und der historischen Wissenschaften der Darwinismus als Weltanschauung. Ähnlich wird so aus den Energiesätzen der Physik die Energetische Weltanschauung. Nun ist es aber nicht so, daß diese metaphysische Übertreibung an sich logisch wohl definierter Fundamentalsätze sich nur außerhalb des Rahmens ihrer Ursprungswissenschaft auswirkt, vielmehr greift sie — das ist tief im Wesen aller Metaphysik, die ihren Wahrheitsgehalt aus Widersprüchen saugt, begründet — auch wieder auf diese zurück und deutet den ursprünglichen Sinn der Sätze oft radikal um.

Die so entstandenen Deutungen, die die Energetik an den mechanischen Grundbegriffen, vor allem dem der Kraft selbst vorgenommen hat,

stellt v. Dungern mit großem Scharfsinn heraus und lehnt sie ab, indem er die Energie in ihre logischen Grenzen zurückweist. Unser Autor versucht zu zeigen, „daß man schon die einfachsten mechanischen Vorgänge durch die Energie allein nicht erklären kann, wenn man sie als etwas Einheitliches auffast. Man braucht noch Kräfte außerhalb der Energie, die als Energierichter die Wandlung der Energie bedingen, indem sie der Bewegung eine bestimmte Richtung geben". Die sehr ins Einzelne gehende Kritik hindert von Dungern aber nicht, bis zu allgemeinsten Lehrsätzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre vorzudringen. „Es ist ein Irrtum zu glauben, man könne die Mannigfaltigkeit der physikalisch-chemischen Welt dadurch erklären, daß einfache, in wenig Arten zerfallende oder sogar gleichartige Urdinge in verschiedener Weise räumlich angeordnet sind und dem Energieprinzip entsprechend sich gegenseitig beeinflussen ... Es steht uns frei, die Struktur des Kristalls auf die Eigenschaften der Moleküle, die Eigenart des Moleküls auf die spezifisch angeordneten Kräfte der Atome zurückzuführen und die Atome wieder aus Elektronen zusammengesetzt zu denken, die je nach der Anzahl ein verschiedenes Gebilde ergeben. Einfache Urdinge aber können solche Elektronen nicht sein ... Aus gleichartigen unwandelbaren Urdingen, die unter allen Umständen nur gleichmäßig anziehen oder abstoßen, kann die chemisch-physikalische Welt nicht entstehen, noch viel weniger die Organismen."

So kommt von Dungern also auch zur Ablehnung jener grob mechanistischen Lehre, die prinzipiell nicht über die klassische Fassung Demokits hinausgekommen ist. Ebenso wie in dem gleichzeitig erschienenen Werke von Köhler (Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand) greift auch unser Autor, von Anschauungen ausgehend, die ursprünglich in der Physiologie und Biologie überhaupt zuhause sind, rein physikalische Positionen an, ein außerordentlich beachtenswertes Signum für die gegenwärtige Lage der Logik der Naturwissenschaft, nachdem bisher eigentlich nur das umgekehrte Verfahren üblich war. „Die Wandlung ist nicht ein passiver Ablauf, nicht die unmittelbare Folge des vorhergehenden Geschehens, sie ist eine Schöpfung, durch die Bewegung wohl beeinflußt, aber nicht bedingt." Mit diesem Satz, dem von Dungern auch in der Physik Geltung verschaffen will und dem der biologische Ursprung ganz besonders deutlich an der Stirn geschrieben steht, schließt er seine Ausführungen, die, obwohl sie, was schlieslich auch noch gesagt werden muß, obschon es sich ja von selbst versteht, auch manchen Widerspruch wecken werden, wir der ernsten Beachtung aller derjenigen empfehlen, die sich für die Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften interessieren. Adolf Meyer (Hamburg).

Neeff, Friedrich, Prolegomena zu einer Kosmologie. Tübingen 1921, Mohr.

Die Biologie kann einstweilen teleologische Gesichtspunkte in der Darstellung ihrer Forschungsresultate noch nicht entbehren. Das ist im wesentlichen der heutige Standpunkt der Biologen in dieser Frage, nachdem der langwierige Kampf der darwinistischen Epoche in dieser Frage vorübergerauscht ist.

Aus dieser offenbaren Not der Biologie versucht nun Neeff eine Tugend zu machen, ja er fordert sogar Teleologie auch für die anorganischen Wissenschaften, obschon diese bisher keinerlei Bedürfnis in dieser Richtung geäußert haben. Zwar kommt auch Neeff zu dem Resultat, daß Teleologie nur regulative Bedeutung habe, niemals konstitutive und daß sie besonderen Wert auch habe als Hinweis auf Kausalität. Das Neue, das Neeff dieser hinreichend bekannten Auffassung hinzufügt, ist eben die Ausdehnung der regulativ gemeinten Teleologie vom Organismus bis zum Kosmos, vom Biologischen auf das Ganze der Natur. „Von der Organologie, die nur die besonderen im Lauf der Geschichte entstandenen Organbildungen als Äußerungen von Einpassungen der Lebewesen in ihre Umgebung betrachtet, gehen wir zurück auf die reine teleologische Methode überhaupt. An die Stelle der besonderen Frage nach organischen Einrichtungen tritt das allgemeine Problem der Einrichtung überhaupt. So untersucht Neeff teleologisch die Reaktion von H und O zu H_2O und kommt zu dem erstaunlichen Resultat: „In dieser Reaktion erfolgt eine chemisch-physikalische Einpassung der Stoffe ineinander. An die Stelle einer bloßen Mischung oder eines Gemenges tritt eine ›Verbindung‹ ein." Beim Fall der Körper argumentiert Neeff: „Und so kann sich die Erscheinung des fallenden Körpers nicht mehr auf bloßen Zufall gründen, wonach der Körper aus dem einen Zustand in einen zufällig anderen, fremden Zustand fällt. Vielmehr denken wir in der Richtung des fallenden Körpers diesen als auf dem Weg zu seinen anderen passenden Zustand fallend. Also geht das teleologische Denken auf seinem Gang vom einen zum andern über und schafft ein architektonisches Gefüge von Einrichtungen." Wenn ich auch glaube, daß die Biologie noch manches Prinzip zutage fördern wird und vielleicht auch schon hat, das auch für die anorganischen Wissenschaften theoretisch von Wert sein kann — ich denke da an die Arbeiten von v. Uexküll und W. Köhler (1921) —, obschon im allgemeinen auch künftig das umgekehrte Verhältnis bestehen bleiben wird, so bin ich fest überzeugt, daß die Teleologie nicht zu diesen Prinzipien gehört, eine Ansicht, die durch die eben angezogenen Beispiele von Neeff beträchtliche Stärkung erfahren hat. Ich glaube kaum, daß Physik und Chemie diese Bereicherungen ihrer theoretischen Mittel mit großer Begeisterung begrüßen werden. Ich habe bei der

Lektüre unseres Autors, der ein bischen recht weitschweifig und mit wohl übertriebenen Ansprüchen geschrieben hat, mehrfach an dem bekannten Vers von den „parturiunt montes ....!" denken müssen.

Diese notwendige Kritik soll uns aber nicht abhalten, das Wertvolle, das in Neeffs Abhandlung steckt, dankbar anzuerkennen. Wir sehen es in der klaren Herausstellung der begrifflichen Unterschiede zwischen den Ideen — Neeff spricht mit der kantischen Terminologie von Kategorien — der „Kausalität", „Teleologie" und „Historie", von Neeff sehr glücklich, wenn auch logisch zu eng „Originalität" genannt. Sehr fein arbeitet er die zu ihnen gehörigen Begriffspaare heraus, so: Kausalität: Ursache und Wirkung; Originalität: Ursprung und Verlauf; Finalität: Mittel und Zweck. Die Aufhellung dieser Begriffspaare bleibt ein unbestreitbares Verdienst der Neeffschen Arbeit, auch wenn man der Finalität nicht die universale Bedeutung im logischen Aufbau der Naturwissenschaften zubilligen kann wie Neeff, sondern eher der Meinung ist, daß ihre Verwendung auf ein Minimum zu reduzieren sei. Es wird meines Erachtens immer so bleiben in der Wissenschaft, daß wir überall da, wo wir bereits kausale Erkenntnisse haben, historische und erst recht finale entbehren können.

Adolf Meyer (Hamburg).

Brehm, A. E., Das Leben der Vögel. Bearbeitet und herausgegeben von Carl W. Neumann. Reclams Universalbibliothek Nr. 6275 bis 6277.

Mit dieser Neuherausgabe ist das Lieblingskind der schriftstellerischen Tätigkeit des Altmeisters Brehm der ihm drohenden Vergessenheit entrissen. Verdunkelt durch das umfassendere „Tierleben" ist es seinerzeit nicht über die 2. Auflage hinausgekommen. Und doch gehört es mit zu den klassischen Schriften auf dem Gebiete der Ornithologie. Vom alten Pastor Brehm, seinem Vater, her brachte A. E. Brehm die hervorragendsten Anlagen und beste Schulung für die Beobachtung der Tierwelt insonderheit der gefiederten Freunde mit. Wer recht genußreiche Stunden haben will, greife zu diesen drei neuen Reclambändchen. Das tägliche Leben des Vogels, seine Stimme, seine Bewegungen, sein Beruf, d. h. die Art, wie er seiner Nahrung nachgeht, die Ausrüstung, die ihn zu seinem Gewerbe befähigt, sein Liebesleben, sein Nestbau, Brutgeschäft, Siedelungen, die allgemeine Verbreitung der Vögel und die Charaktertypen der einzelnen Erdteile werden in meisterhafter, fesselnder Weise dem Leser vorgeführt. Wie der Vogel in der Dichtung aller Völker und Zeiten lebt und warum er verdient der bevorzugte Gastfreund der Menschen zu sein, schildern die beiden letzten Kapitel der 3 Bändchen. Man fordere nicht eine den wissenschaftlichen Anforderungen der Neuzeit entsprechende Stellungnahme zu den Problemen des Vogellebens — vom Wanderzug der Vögel ist z. B. überhaupt nicht die Rede. — Brehms „Leben der Vögel" ist kein Lehrbuch. Aus der Fülle seiner Kenntnisse und Erfahrungen hat Br. uns in liebenswürdigster Freigebigkeit und spannender Darstellung Einzelheiten aus dem Vogelleben mitgeteilt, welche man sonst schwer anderwärts finden wird. Die „Seele" im Vogel lernen wir lieben. Dem Herausgeber gebührt unser Dank.

H. Duncker.

Deegener, H., Chemisch-technische Rechnungen. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1921, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. (Sammlung Göschen Nr. 701.)

In diesen 73 durchgerechneten Aufgaben steckt eine ganz beträchtliche Menge von höchst wertvollen Belehrungen über die zahlenmäßige Gestaltung des chemischen Betriebes. Heut, wo es sich für den Betriebschemiker weniger um Schaffung grundsätzlich neuer Verfahren als vielmehr um die rationellste Ausgestaltung schon bestehender Fabrikationen zu handeln pflegt, muß man Anleitungen wie dieser weite Verbreitung wünschen. Gerade der junge Chemiker, dem noch zu viel des Akademischen anhaftet, wird daraus lernen, als sparsamer Hausvater mit den ihm anvertrauten Energien umzugehen. Daß die Wärmewirtschaft einen so breiten Raum in dem Büchlein einnimmt, wird der in der Industrie tätige Fachmann verständnisvoll begrüßen. Im übrigen gewährleistet eine große Anzahl Formeln, daß wohl die meisten in praxi vorkommenden Rechenaufgaben bewältigt werden können.

Gerügt werden muß es, daß laut Vorwort die Atomgewichte von 1916 zugrundegelegt sind. Wirklich steht in der Tabelle auf S. 138 u. a. der um eine Einheit zu kleine Wert für Wismut.

Der Druck des nützlichen und bei fleißigem Studium ersprießlichen Buches ist gut.

H. H.

Petzoldt, Joseph, Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus aus historisch-kritisch dargestellt. 3. neubearb. Aufl. unter besonderer Berücksichtigung der Relativitätstheorie. Wissenschaft und Hypothese XIV. Leipzig und Berlin 1921, B. G. Teubner. 40 M.

Es erübrigt sich wohl, der 3. Aufl. des bekannten Buches von neuem eine Empfehlung mit auf den Weg zu geben. Es hat bereits gute Wirkung getan und ist nach wie vor die beste Darstellung der positivistischen Lehre, wie sie von Mach und Avenarius gegeben und von Petzoldt in unübertrefflicher Weise systematisiert worden ist, über die Erfahrungsgrundlagen unseres Wissens. Der Positivismus steht bekanntlich der Naturwissenschaft ganz anders gegenüber, wie andere Philosophien. Der Positivismus ist — dafür sind die unvergeßlichen Bücher Machs der sprechendste Beweis — die Philosophie der Natur-

wissenschaft selbst. Er ist aus ihren Bedürfnissen herausgewachsen und zur Lösung ihrer philosophischen Probleme berufen und bestimmt. Ist doch auch die größte Leistung der modernen Physik, die Relativitätstheorie Einsteins, auf positivistischem Boden erwachsen. Insofern ist es besonders interessant, daß Petzoldt besonders eingehend die erkenntnistheoretische Bedeutung der Relativitätstheorie würdigt. So ist Petzoldts Buch der beste Führer in das Erfahrungsproblem der Erkenntnistheorie der Naturwissenschaften.

Freilich will es mir scheinen, als ob Petzoldt der Erfahrung gegenüber das, was er „Begriffssystem" und was man gewöhnlich Theorie nennt, ein wenig unterschätzt. „Der höchste Ruhm einer naturwissenschaftlichen Theorie könnte es sein, an ihren neuen Tatsachen selbst zugrunde zu gehen, d. h. an den auf Grund ihrer Lehren gemachten Entdeckungen, — könnte es sein, wenn wir nicht noch immer so tief in die Bande des Rationalismus verstrickt wären." Da ist es meines Erachtens doch gut, daß es noch so etwas wie Rationalismus gibt. Der ganze mathematische Apparat, der doch für die Naturwissenschaft einfach unentbehrlich ist, ist doch ein Stück Rationalismus. Diese „Begriffssysteme" sind aber logisch nicht einwandfrei charakterisiert, wenn man in ihnen, wie Petzoldt, „biologische Anpassungen an die sinnesphysiologisch vermittelte Tatsachenmenge" sieht. Mathematisch eine biologische Anpassung? Das scheint mir eine contradictio in adjecto zu sein. Meines Erachtens muß die biologische Fundierung des Positivismus durch eine rein logische ersetzt werden. Doch das sind Meinungsverschiedenheiten, die den hohen Wert des Petzoldtschen Buches in keiner Weise beeinträchtigen können und sollen. Wir empfehlen es allen naturwissenschaftlich und philosophisch interessierten Lesern nochmals auf das dringendste.

Adolf Meyer (Hamburg).

Flora der Laub- und Lebermoose der Umgebung Hannovers. Eine geographisch-floristische Heimatkunde für das Gebiet. Von W. Wehrhahn. Hannover, Verlag C. V. Engelhardt & Co., G. m. b. H.

Von den üblichen Moosfloren unterscheidet sich diese Arbeit sehr wesentlich durch eine heimatkundliche Erweiterung. Der Verfasser, ein tüchtiger Kenner des Landes und seiner Flora, hat sich nicht mit der kritischen Aufzählung der im Gebiete beobachteten Moose und ihrer Standorte begnügt, die übrigens so manches Bemerkenswerte enthalten, sondern er schickt ihr u. a. eine ausführliche Abhandlung über „Die Geländeformationen des Gebietes in ihrer floristischen Eigenart" voraus, in der die einzelnen Gelände, ihre Moosgesellschaften und auch die sonst bemerkenswerten höheren Pflanzen geschildert werden. Zum Gebiete gehört auch das Warmbüchener Moor, und es wird u. a. berichtet, wie der leider im Kriege gefallene Hermann Löns seinerzeit Kalmia angustifolia in diesem Moore auffand. Die Darstellungen des Verfassers werden in hohem Grade durch eine Reihe nach Photographien hergestellter ganzseitiger Tafeln mit Naturaufnahmen belebt. Wehrhahns Arbeit gibt ein sehr gutes Beispiel dafür, wie ein spezielles Standortsverzeichnis, durch zweckmäßige Einkleidung mit Naturschilderungen in Wort und Bild aus dem Gebiete, weit über seinen sonstigen Wert hinaus gesteigert werden kann. Sicher wird das Buch auf den Schulen Hannovers eine sehr gute Wirkung ausüben, aber es verdient auch sonst Verbreitung.

L. Loeske, Berlin.

Wiegers, Fr., Geologisches Wanderbuch für die Umgegend von Berlin. 160 S., 54 Abb. Stuttgart 1922, Enke. Geh. 30 M.

Zu den geologischen Exkursionsführern für die Umgebung Berlins von Hucke, Menzel, Schneider tritt ein neuer, ein erfreuliches Zeichen für die Aufmerksamkeit, die man dem Stoffe auch da erweist, wo er sich spröder erweist. Denn es ist im ganzen eine und nicht die leichtest faßliche Formation, mit der das Gebiet bekannt macht: das Quartär. Nach einigen allgemeingeologischen Einführungen sind ihr S. 19 bis 106 gewidmet. In den sehr viel kleineren Rest teilen sich Tertiär, Trias und Zechstein, wie sich das für diese kleinen Sporaden geziemt. Die für jeden Absatz notwendigste Literatur ist jeweils angefügt.

Wesentlich Neues vermag natürlich neben den älteren durchaus bewährten Führern der vorliegende nicht zu bieten. Im Gegenteil darf man dankbar sein, daß er nicht mit Gewalt „anders" gehalten wurde. Auch die Abbildungen sind nahezu durchweg Entlehnungen aus dem Kayserschen Lehrbuche und dem Menzelschen Führer, die im gleichen Verlage erschienen. Das kann bei den gegenwärtigen Verhältnissen unmöglich Anlaß zu Tadel sein. Dankbar wird mancher die geschickt eingestreuten historischen Bemerkungen empfinden, wie denn überhaupt ein praktisch-natürlicher Zug durch die Darstellung weht. Dem Spezialgebiete des Verf. entsprechend ist schließlich das „Hauptleitfossil" des Quartärs, der Mensch und seine Kultur eingehender behandelt, als es Funde in der Mark bisher zu erfordern scheinen. Niemand wird solche Hinweise von berufener Hand ablehnen wollen. Auf S. 66/67 findet sich eine die Anschauungen des Verf. anschaulich widerspiegelnde Tabelle zur Zeitfolge der eiszeitlichen Kulturen.

Hennig.

Wellmann, Friedrich, Vogelleben in Niedersachsen. 9 Skizzen. Bremen, Carl Schünemann.

Heimatduft und Heimatliebe atmet dieses nicht von einem Fachornithologen, aber einem hervorragenden Vogelliebhaber und Kenner unserer heimischen Vogelwelt verfaßten Büchleins. Wie vielen haben diese entzückenden Schilderungen

bereits unendliche Freude bereitet in der bekannten in Bremen erscheinenden Zeitschrift „Niedersachsen“. Jetzt hat sie der Verlag in Buchform herausgegeben, um sie einem weiteren Leserkreis zugänglich zu machen. Auf seinen Wanderungen mit dem Feldstecher an der Seite und dem liebevollen „Vogelherzen“ in der Brust begleiten wir den Dichter — ein neuer Löns — auf seinen Streifzügen durch die Marschen Niedersachsens, ins Moor zu dem „bunten Volk“, den Enten, in den Wald, durch die Straßen der Großstadt, Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Bald in Hochdeutsch, bald in Platt lassen wir uns auf die Feinheiten des Vogellebens aufmerksam machen. Immer wieder ist es der Gesang, sind es die Stimmen der Vögel, welche ganz besonders unsere Aufmerksamkeit fesseln. Ein echtes Heimatbuch. H. Duncker.

Anregungen und Antworten.

Erst vor kurzem habe ich Kenntnis bekommen von einer Besprechung meiner kleinen Schrift „Die Einsteinsche Gravitationstheorie“ durch Herrn Fricke in der Naturw. Wochenschrift vom 23. April. Ich würde mich zu dieser Besprechung selbstverständlich nicht äußern, wenn sie nur sachlich wäre. Herr Fricke aber, der mich nebenbei bemerkt gar nicht kennt, hat geglaubt, auch meine Person in die Besprechung hineinziehen zu sollen. Er sagt: „Der Verfasser will es aber offenbar mit keiner Seite verderben“. Die gänzlich unbegründete Insinuation, daß ich mich bei der Abfassung meiner Schrift von anderen Beweggründen hätte leiten lassen, außer dem reinen Streben nach Wahrheit, halte ich für eine leichtfertige Schmähung meines guten wissenschaftlichen Namens. Ich weise sie mit der größten Entschiedenheit zurück.

Gustav Mie.

Nachtrag zu dem Aufsatz: Neuer Rekonstruktionsversuch eines liassischen Flugsauriers. Im 21. Band, Nr. 20, vom 14. Mai 1922.

Durch allzu gedrängte Fassung ist die Darlegung S. 275 über Stellung und Gebrauch der Hinterextremität mißverständlich geworden, und bedarf einer weiteren Ausführung:

Wie schon erwähnt, beweisen die Trochanter des Oberschenkels starken Gebrauch. Fiele der Hinterextremität nur die Aufgabe zu, die Flughaut zu spannen, oder wäre sie gar zwischen dem Patagium und einem Uropatagium eingespannt, wie Abel dies bei Rhamphorhynchus annimmt, so wäre eine derartig kräftige Ausbildung des Trochanter major, wie sie Abb. 1 zeigt, unverständlich. Außerdem beweist sowohl das wohlentwickelte Kniegelenk wie das distale Gelenk des Tibiotarsus, daß die Hinterextremität nicht nur Bewegungen auf dem Boden zuließ, sondern stark zu solchen verwendet wurde. Gebrauchsfähig war aber die Hinterextremität auf dem Boden, was aus der erwähnten beschränkten Exkursionsmöglichkeit des Oberschenkels hervorgeht, nur bei steilstehender Körperachse. In dieser Stellung aber erreichen die Krallenfinger der Vorderextremität den ebenen Boden nicht, überhaupt war die Vorderextremität zum Schreiten ungeeignet. Man muß sich das Tier also auf ebener Erde biped (s. S. 218—19) vorstellen, eine Annahme, die durch den vogelartig ausgebildeten Tibiotarsus eine starke Stütze erfährt. Der Oberschenkel stand jedoch nicht vogel- oder säugerartig, wie Seeley 1901 dies von langschwänzigen Flugsauriern annimmt, sondern vom Körper abgespreizt.

Erst bei steil ansteigendem Gelände tritt insofern ein Rollenwechsel ein, als nun die Vorderextremität das den Körper auf dem Boden bewegende Organ wird, und die Hinterextremität nunmehr den Körper stützt. Kletternd zieht sich das Tier mittels der Arme vorwärts-aufwärts, in einer Art wie sie S. 279 beschrieben ist, und die man beim Militär eskaladieren nennt. Carl Stieler.

Literatur.

Jessen, Dr. Otto, Die Verlegung der Flußmündungen und Gezeitentiefs an der festländischen Nordseeküste in jungalluvialer Zeit. Stuttgart '22, Ferd. Enke.

Fuchs, Dr. Walter, Der gegenwärtige Stand des Gärungsproblems. Sonderausgabe aus der Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Band XXVII. Stuttgart '22, Ferd. Enke.

Schneider, Dr. Hans, Die Botanische Mikrotechnik. Ein Handbuch der mikroskopischen Arbeitsverfahren. 2. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 120 M., geb. 155 M.

Naef, Dr. Adolf, Die fossilen Tintenfische. Eine paläozoologische Monographie. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 100 M., geb. 130 M.

Fischer, Gesammelte Werke. Hrsg. von M. Bergmann. Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente II. (1908—1919). Berlin '22, J. Springer. Brosch. 186 M., geb. 219 M.

Born, Max, Der Aufbau der Materie. Drei Aufsätze über moderne Atomistik und Elektronentheorie. 2. Aufl. Berlin '22, J. Springer. Brosch. 36 M.

Föppl, Dr. phil. Aug., Vorlesungen über technische Mechanik. 5. Band. Die wichtigsten Lehren der höheren Elektrizitätstheorie. 4. Aufl. Leipzig und Berlin '22, B. G. Teubner. Geh. 150 M., geb. 170 M.

Föppl, Dr. phil. Aug., Vorlesungen über technische Mechanik. 6. Band. Die wichtigsten Lehren der höheren Dynamik. 4. Aufl. Leipzig und Berlin '21, B. G. Teubner. Geh. 72 M., geb. 84 M.

Inhalt: K. Kuhn, Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen. S. 449. — **Bücherbesprechungen:** Fr.-V. v. Hahn, Über die Herstellung und Stabilität kolloidaler Lösungen anorganischer Stoffe. S. 451. H. Bauer, Chemie-Büchlein. S. 452. E. v. Dungern, Über die Prinzipien der Bewegung, das Wesen der Energie und die Ursachen der Stoßgesetze. S. 452. F. Neeff, Prolegomena zu einer Kosmologie. S. 453. A. E. Brehm, Das Leben der Vögel. S. 454. H. Deegener, Chemisch-technische Rechnungen. S. 454. J. Petzold, Das Weltproblem vom Standpunkte des relativistischen Positivismus aus historisch-kritisch dargestellt. S. 454. W. Wehrhahn, Flora der Laub- und Lebermoose der Umgebung Hannovers. S. 455. Fr. Wiegers, Geologisches Wanderbuch für die Umgegend von Berlin. S. 455. Fr. Wellmann, Vogelleben in Niedersachsen. S. 455. — **Anregungen und Antworten:** Die Einsteinsche Gravitationstheorie. S. 456. Neuer Rekonstruktionsversuch eines liassischen Flugsauriers. S. 456. — **Literatur:** Liste. S. 456.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 20. August 1922. | Nummer 34.

Tierische Chimären.

Von Dr. **Erwin Taube**, Heidelberg.

Mit 11 Abbildungen im Text.

[Nachdruck verboten.]

Aus der Fabelwelt der alten Griechen, die mit ihrer lebhaften Phantasie die Natur mit Gottheiten und Ungeheuern bevölkerten, ist so mancher Name für die Wissenschaft entlehnt worden, allerdings mit mancher Umänderung. Die lernäische Hydra finden wir als harmlosen Süßwasserpolypen in unseren Teichen wieder, ein Tierchen, das mit seinen mikroskopischen Waffen nicht mehr dem Menschen, sondern nur den vorüberschwimmenden Wasserflöhen gefährlich wird. Die Medusen, deren Anblick die Menschen zu Stein erstarren ließ, entzücken uns heute durch ihren Formen- und Farbenreichtum. Der vielgestaltige, verwandlungsfähige Proteus haust zwar auch jetzt noch als „Grottenolm" in unterirdischen Höhlen, nur hat er sein charakteristischstes Merkmal, die Verwandlungsfähigkeit, eingebüßt, er gehört zu den Amphibien, die zeitlebens ihre Kiemen behalten.

Auch der Name Chimäre entstammt der griechischen Mythologie. Er bezeichnete ein Fabelwesen, das vorne Löwe, in der Mitte Ziege und hinten Drachen war. Das Wesentliche, weswegen dieser Name seinerzeit vom Botaniker Winkler angewandt wurde, besteht in der Zusammensetzung eines Organismus aus mehreren anderen. — Ein paar Worte zur Vorgeschichte dieses Namens.

In der Gartenkunde ist es ja ein seit altersher bekanntes Verfahren, zwei Pflanzen durch Pfropfung miteinander zu vereinigen. Edelreis und Wildling behalten dabei ihre eigentümlichen Art- oder Rassencharaktere. Seit langem war nun die Ansicht verbreitet, daß man auf dem Wege der Pfropfung auch eine innigere Vereinigung, eine Verschmelzung oder Vermischung der Artcharaktere erzielen könne. Wie bei der geschlechtlichen Bastardierung durch die Vereinigung der Geschlechtszellen eine vollkommene Vermischung der elterlichen Eigenschaften erreicht werden kann, so hoffte man auch auf dem Wege der Pfropfung zwei vegetative oder Körperzellen in ähnlicher Weise verschmelzen und dadurch richtige „Propfbastarde" herstellen zu können. Der Glaube hieran stützte sich auf das Vorkommen einiger in der Geschichte der Botanik berühmter Fälle, namentlich des Cytisus Adami.

Angeblich im Jahre 1826 hat der Gärtner Adam Cytisus purpureus auf den gewöhnlichen Goldregen, C. laburnun gepfropft und erhielt dabei aus einer Knospe der Impfstelle einen Zweig, an dem die Charaktere beider Komponenten auftraten. Diese Mischung ging so weit, daß in einem Blütenstande purpurne und gelbe Blüten auftraten, ja daß sogar die Hälfte einer Blüte gelb, die andere Hälfte purpurn sein konnte. Alle Exemplare dieser Pflanze sollen aus Stecklingen von dieser gemeinsamen Mutterpflanze gezogen sein, die schon Darwin für einen richtigen „Pfropfhybriden" ansah. Winkler hat nun versucht solche Pfropfbastarde künstlich zu erzeugen. Ein Tomatensproß wurde durch Keilpfropfung auf einen Nachtschatten gepfropft. Nach einiger Zeit wurde an der Vereinigungsstelle das Pfropfreis durch einen Querschnitt abgeschnitten. An der Schnittfläche lagen nun Nachtschatten- und Tomatengewebe nebeneinander. Hier entwickelten sich nun Adventivknospen, die je nach der Stelle, an der sie entstanden, entweder reine Nachtschatten- oder reine Tomatensprosse lieferten. An der Stelle aber, wo junge Zellen der beiden Komponenten zusammenstießen, entstand einmal ein eigentümlich gemischter Sproß, der von der Mutterpflanze abgeschnitten wurde, sich selbständig bewurzelte und seine Eigenart weiter entwickelte. Ein derartiger Sproß ist links von einer ihn ziemlich genau halbierenden Mittellinie an reine Tomate, rechts reiner Nachtschatten. Links trägt er gefiederte, ziemlich stark behaarte Tomatenblätter, rechts wenig behaarte, ungeteilte, zarte Nachtschattenblätter. Auch die Blütenstände, ja sogar einzelne Blüten zeigten die Charaktere beider Pflanzen und so konnte es vorkommen, daß mitunter Früchte entstanden, die halbseitig gelbe Tomate, halbseitig schwarze Nachtschattenbeeren waren. Solchen aus zwei Arten zusammengesetzten Pflanzen hat Winkler den eingangs erwähnten Namen „Chimären" gegeben. Um einen richtigen Pfropfbastard handelte es sich hier aber nicht, sondern nur um eine innige Vereinigung zweier Pflanzen, deren Charaktere nebeneinander bestanden. In der Überzeugung, auf dem richtigen Wege zu sein, setzte Winkler seine Versuche in großem Maßstabe weiter fort und erhielt schließlich einen Sproß, der tatsächlich eine Mittelstellung zwischen beiden Versuchspflanzen einnahm, besonders in bezug auf die Blattform. Er nannte ihn Sol. tubingense. Der Sproß ließ sich weiterkultivieren und erzeugte auf vegetativem Wege viele Exemplare, die ihre Bastardnatur beibehielten. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erwies es sich aber, daß stets ein Rückschlag auf den einen oder den anderen Elter eintrat. Das Problem der „Pfropf-

bastarde" war also noch nicht gelöst! Eine Erklärung dieses merkwürdigen Falles ist dann hauptsächlich von Baur gegeben worden, dem sich später auch Winkler selbst anschloß. Baur zeigte, daß es bei Pelargonien gelingt, Pflanzen zu erzeugen, die halb grüne, halb weiße Vegetationskegel besitzen, also Winklers Chimären zwischen Nachtschatten und Tomate entsprechen. Aus solchen Sektorialchimären können Blätter hervorwachsen, die zur Hälfte weiß, zur Hälfte grün sind. Es kann auch vorkommen, daß die oberflächlichen Zellagen des Vegetationskegels weiß, alle übrigen aber grün sind. Dann entwickelt sich eine grüne Pelargoniumpflanze, die in der Haut einer weißen steckt, wie die Hand in einem Handschuh. Solche Chimären bezeichnet Baur als Periklinalchimären. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erhält man aber entweder rein weiße oder rein grüne Exemplare, je nachdem, ob die die Geschlechtszellen bildende Schicht des Vegetationskegels aus weißen oder grünen Zellen besteht. Nach dieser Erklärung ist nun Solanum tubingense auch nichts anderes als eine Periklinalchimäre, d. h. ein Nachtschatten, der in einer Tomatenhaut steckt, oder umgekehrt, womit ja auch die Ergebnisse der geschlechtlichen Fortpflanzung und sorgfältigen Chromosomenzählungen übereinstimmen. Dasselbe läßt sich auch von Cytisus Adami und ähnlichen Fällen sagen. Richtige Pfropfbastarde sind also bisher wohl nicht erzeugt worden.

Wir wenden uns nun zu ähnlichen Versuchen an Tieren.

Pfropfungen an Tieren sind zwar im allgemeinen schwieriger durchzuführen, aber doch schon seit langem ausgeübt worden. Fast vor 200 Jahren hat schon Trembley bei seinen berühmten Versuchen mit Hydra u. a. zwei Individuen von Hydra fusca der Quere nach durchgeschnitten, ihre vorderen und hinteren Hälften miteinander vertauscht und zum Zusammenwachsen gebracht. Es glückte ihm aber nicht zwei Polypen verschiedener Art, H. viridis und fusca auf dieselbe Weise dauernd zu vereinigen, ein Experiment, daß auch Wetzel neuerdings erfolglos probiert hat.

Leichter hat sich solch eine Vereinigung bei den Embryonen der Frösche und Kröten erwiesen. Born gelang es Kaulquappen von Rana esculenta in der verschiedensten Weise zusammenzupfropfen. Bald verband er das Vorderende der einen Larve mit dem Hinterende der anderen, bald vereinigte er zwei Larven mit ihrer Rücken- oder Bauchfläche, oder sogar nur mit ihren Köpfen, wodurch abenteuerliche Doppelbildungen entstanden, oder das Hinterende einer Larve wurde seitlich einer anderen so aufgepfropft, daß ein Tier mit zwei Hinterenden entstand. Auch die Vereinigung artungleicher Embryonen, z. B. Rana fusca, arvalis und esculenta, hat Born mit Erfolg durchgeführt. Bei Gattungsverschiedenheiten, Rana esculenta und Bombinator igneus, fand Born, daß die Verwachsung der Gewebe in den meisten Fällen zwar leicht und vollkommen eintrat, doch sind später alle solche Zusammensetzungen zugrunde gegangen. Born läßt die Frage offen, ob hier ein Zufall vorliegt oder ob die Todesursache in „unvereinbaren Unterschieden der Gesamtorganisation zu suchen ist".

Auch an verschiedenen Wirbellosen sind solche Vereinigungen mit Erfolg vorgenommen worden. Crampton benutzte dazu Schmetterlingspuppen, die er entweder mit ihren vorderen oder hinteren Enden oder mit ihren Seitenflächen zur Vereinigung brachte, und aus denen dann in derselben Weise verwachsene Schmetterlinge ausschlüpften. Joest führte homoplastische und heteroplastische Vereinigungen an verschiedenen Arten von Regenwürmern aus. Artgleiche Zusammensetzungen gelangen leicht und konnten jahrelang am Leben erhalten werden. Viel schwieriger erwies sich die Vereinigung verschiedener Arten. In vielen Fällen gelang sie aber auch, die Teilstücke verschmolzen zu einem neuen Individuum, dessen Organisation, abgesehen von dem Speziescharakter der vereinigten Teilstücke, eine einheitliche war.

Zu erwähnen wären hier noch die Versuche, bei denen Extremitätenanlagen von einem Individuum auf ein anderes gebracht wurden und sich hier normal weiterentwickelten. Hierher gehören die bekannten Versuche von Braus, der bei jungen Bombinatorlarven die Knospen der hinteren oder vorderen Extremität abgetrennt, an den verschiedensten Körperstellen eingepflanzt und so Larven oder ausgebildete Tiere mit überzähligen Gliedmaßen erhalten hat. Dürcken hat bei Larven von Rana fusca die junge, noch undifferenzierte Hinterbeinknospe an die Stelle des aus seiner Höhle entfernten Auges gesetzt und erhielt im günstigen Falle eine vollständige, gut ausgebildete Extremität, die aus der Augenhöhle frei nach außen herauswuchs.

Alle bisher erwähnten Versuche haben die Möglichkeit ergeben Tiere derselben oder verschiedener Art zum Zusammenwachsen zu bringen. Es sind aber keine Chimären. Von diesen können wir erst reden, wenn ein viel innigeres Verwachsen oder Übereinanderwachsen embryonaler Zellen stattgefunden hat. Die Anfänge solch einer Erscheinung finden wir bei 2 Versuchen von Harrison.

Um die Entwicklung der Seitenlinie bei den Amphibien zu studieren, vereinigte Harrison 2 Froschlarven in der Weise, daß die Vorderhälfte der dunkelgefärbten Rana silvatica, die Hinterhälfte der hellen R. palustris angehörte. Nach einiger Zeit ließ sich beobachten, daß die dunkle Seitenlinie des vorderen Komponenten sich auch auf das helle Hinterstück erstreckte und hier weiterwuchs. Es läßt sich hieraus mit Sicherheit schließen, daß die Anlage der Seitenlinie von vorne nach hinten stattfindet, womit gleichzeitig

wertvolle Aufschlüsse über die Entstehung der Nerven gegeben waren. Nebenbei wurde die Beobachtung gemacht, daß an der Vereinigungsstelle die dunkle Epidermis des vorderen Stückes ein wenig über das helle Hinterstück hinüberwuchs. Dieses Auswachsen der dunklen Seitenlinie, sowie das Überwachsen des hellen palustris-Gewebe durch dunkle silvatica-Haut können wir als die ersten Anfänge einer Chimärenbildung ansehen.

Noch deutlicher tritt dieses in einem anderen (in ähnlicher Weise auch von Morgan) ausgeführten Experimente zutage. Es wurde hier die Schwanzknospe einer Larve von R. virescens durch eine solche von R. palustris ersetzt. Nach 48 Stunden war die Anlage zu einem Ruderschwanz ausgewachsen, der ähnlich wie im vorigen Falle von Epidermis von virescens bedeckt war, die vom Rumpf her nach hinten geschoben war. In diesem Bereich wurde nun der Schwanz von neuem abgeschnitten. Die Gewebe des Querschnittes wuchsen aus und regenerierten einen neuen Schwanz, der in seinem Kern aus Palustrisgewebe bestand, das von Virescensepidermis bedeckt war. Es war hier also tatsächlich eine Periklinealchimäre entstanden.

Experimentelle Erzeugung von Chimären kann naturgemäß am besten in einem möglichst jugendlichen Alter der Komponenten vorgenommen werden, weil dann die Zellen noch so indifferent und umwandlungsfähig sind, daß sie verhältnismäßig leicht mit Geweben einer anderen Art eine Vereinigung eingehen. Der Zeitpunkt der Vereinigung ist dabei kein ganz bestimmter. Das jüngste Stadium, das dabei gewählt werden kann, ist das des Eies oder der beiden ersten Blastomeren. Hier liegen aus der allerletzten Zeit die interessanten Versuche Mangolds an Tritoneiern vor. Zum besseren Verständnis will ich dabei zuerst einige Worte über die Entwicklung des Tritoneies vorausschicken.

Das von seiner Gallerthülle befreite Ei ist kugelrund und hat die Größe eines kleines Hanfkorns. Mit Hilfe feiner Pinzetten läßt sich nun noch das feine Dotterhäutchen abziehen, worauf das Ei etwas seine Form verändert und sich ein wenig abflacht. Die erste Furche schneidet rund um den Keim, wobei die beiden $^1/_2$-Blastomeren weit auseinanderrücken und oft nur durch einen feinen Faden Ektoplasma verbunden bleiben. Es entsteht so das charakteristische Hantelstadium. Bei Triton taeniatus sind die beiden ersten Blastomeren meist genau kugelig, während die von Tr. alpestris eine etwas stärkere Abplattung zeigen. Mit dem Auftreten der zweiten Furche, die senkrecht zur ersten verläuft, hat das Auseinanderrücken der $^1/_2$-Blastomeren sein Maximum erreicht, sie legen sich nun schnell wieder aneinander. Legt man aber in die erste Furche gleich bei ihrem Auftreten einen feinen Glasfaden, der noch durch einen kleinen Glasreiter beschwert wird, so werden die beiden Blastomeren ohne Schädigung voneinander getrennt (Abb. 1). Nach der Trennung kugeln sie sich vollkommen ab, können sich aber weiter furchen. Bei der nächsten, d. h. 2. Furche, nimmt nun jede $^1/_2$-Blastomere die für das Zweizellenstadium so charakteristische Hantelform an und unterscheidet sich infolgedessen nur durch ihre Größe von einem ganzen Keim. Tatsächlich kann sich, wie hier gleich erwähnt werden soll, aus solch einer halben Blastomere ein ganzer normaler Embryo von geringerer Größe entwickeln, allerdings mit einigen Einschränkungen, die von dem Verlauf der ersten Furche abhängen und noch später erläutert werden sollen. Ein Teil der Mangoldschen Experimente bestand nun

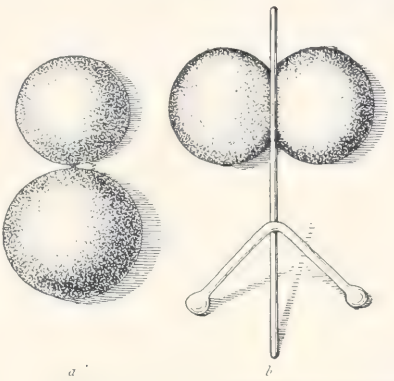


Abb. 1. *a* Trit. taen. 19, V 95. $^1/_2$-Blastomere im Moment maximaler Teilung, die $^1/_4$-Blastomere etwas verschieden groß. Vergr. 19×. *b* Trennung der $^1/_2$-Blastomeren entlang der 1. Furche mittelst Glasstab (nach Mangold).

darin zwei getrennte $^1/_2$-Blastomeren im Hantelstadium, d. h. beim Auftreten der 2. Furche, kreuzweise so übereinanderzulegen, daß dadurch eine Verlagerung der $^1/_4$-Blastomere zustande kam. Soweit hierbei Keime derselben Art zur Verwendung kam, hat das Experiment nichts mit Chimärenbildung zu tun, es kann daher auf die interessanten Resultate dieser Blastomerenumordnung hier nicht näher eingegangen werden.

In einer anderen Reihe von Versuchen benutzte Mangold die Eier von Tr. taeniatus und alpestris. Da hier die Keime auf dem Stadium der $^1/_2$-Blastomeren, während sie Hantelform hatten, vereinigt wurden, so kamen hier zwei ganze Eier und zwar von verschiedenen Tierarten zur Verschmelzung. „Nach kurzer Zeit waren dann die Zellen nach Art einer Rosette verwachsen und bildeten sich weiter furchend einen mehr oder weniger abgerundeten Kuchen, der vom Morula- bis zum Blastulastadium seine anfänglich bedeutende Abflachung verlor und schließlich kugelige Form annahm. Durch Verwendung verschiedenpigmentierter Keime war es möglich, die Abkömmlinge der beiden Eier meist bis zum Blastulastadium, ja in einem Fall heterogener

Verschmelzung . . . bis zum Gastrulastadium zu verfolgen. Dabei zeigte sich, daß die Keime die durch die Rosettenform bedingte Verteilung der Bezirke in der kugeligen Blastula beibehalten hatten. Stets entwickelte sich eine kugelige Blastula mit wohlausgebildeten Blastocoel" (Mangold, S. 281).

Dieser Fall einer heterogenen Keimverschmelzung ist von doppeltem Interesse. Schon seit längerer Zeit ist es bekannt, daß zur Hervorbringung eines ganzen Embryo nicht immer ein ganzes Ei nötig sei. Eine halbe, viertel, achtel Blastomere, ja noch kleinere Stücke genügen unter Umständen einen ganzen Embryo, wenn auch geringerer Größe, hervorzubringen. Wenn nun aus einer $^1/_2$-Blastomere ein ganzes Tier sich entwickeln kann, so liegt die Frage nahe, ob nicht auch umgekehrt zwei ganze Eier einen ganzen, einheitlichen Organismus zu schaffen

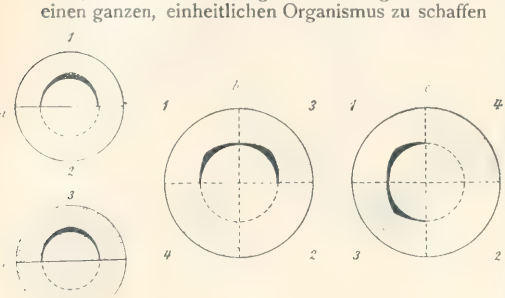


Abb. 2. *a* 2 Normalkeime, 1. Furche frontal; *b* und *c* Doppelkeime nach Typus I. Blastomerenfolge 1, 3, 2, 4 und 1, 4, 2, 3 ergeben dieselben Lagebeziehungen der verschmolzenen Keime (nach Mangold).

imstande sind. Die Frage ist schon früher durch Experimente von Bierens de Haan und von Driesch in bejahendem Sinne an Seeigeleiern gelöst worden. Die Mangoldschen Experimente geben nun in einwandfreier Weise an einem anderen Material eine weitere Bestätigung dieser Tatsache. Ein zweites Resultat der Versuche ist darin zu sehen, daß durch die Verschmelzung zweier artfremder Keime die Entstehung einer Chimäre erzielt worden ist. Da hier einzelne Sektoren des Keimes verschiedenen Arten angehören, so ist es klar, daß wir es hier mit einer Sektorialchimäre zu tun haben. Da bei der beschriebenen Keimverschmelzung die einzelnen Sektore, die ja den Blastomeren entsprechen, verlagert und in abnorme Nachbarschaft gebracht werden, so läßt sich auf Grund einer theoretischen Überlegung ziemlich sicher voraussagen, was für Formen als Resultat einer solchen Verschmelzung zu erwarten sind. Wir müssen dabei auf den Beginn der Furchung zurückgreifen und uns daran erinnern, daß die erste Furche das Ei in zwei gleiche große Blastomeren teilt, von denen jede für sich allein einen ganzen Embryo hervorzubringen imstande ist. Spemanns Durchschnürungsversuche an Tritoneiern haben aber gezeigt, daß das nicht durchweg der Fall ist. Es entsteht nämlich mitunter nur ein ganzer Embryo von halber Normalgröße, während die andere $^1/_2$-Blastomere sich nur zu einem Bruchstück ohne Rückenorgane, d. h. Nervenrohr und Chorda dorsalis entwickelt. Hieraus läßt sich schließen, daß in manchen Fällen die erste Furche median in bezug auf den zukünftigen Embryo verläuft, in anderen dagegen frontal, wodurch die Rücken- von der Bauchhälfte getrennt wird. Um dieses zu verstehen, muß man sich die Vorgänge bei der Gastrulation vergegenwärtigen. Die Einstülpung findet in der Nähe des vegetativen Poles statt und zeigt sich zuerst in dem Auftreten einer halbkreisförmigen Furche, der sog. „oberen Urmundlippe". Nach einiger Zeit tritt auch die untere Urmundlippe auf, wodurch der Halbkreis zu einem Ring geschlossen ist, der den Urmund bezeichnet. Das Auftreten der oberen Urmundlippe ist nun von großer Wichtigkeit, denn hierdurch bekommt der Embryo zum erstenmal eine dorso-ventrale und seitliche Orientierung. Die obere Urmundlippe ist außerdem das Organisationszentrum, von dem aus die Medullarplatte und Chorda dorsalis nach vorne hin sich entwickeln. Projiziert man nun den Urmund auf das vom vegetativen Pol betrachtete, ungefurchte Ei, so ist damit gleichzeitig die Lage des virtuellen Embryo im Ei gegeben. Es ist jetzt klar, daß die Richtung der ersten Furche ein verschiedenes Resultat ergeben muß, je nachdem sie frontal oder median verläuft. Durch eine frontale Furche wird die ganze obere Urmundlippe einer Blastomere zugeteilt, während die andere die ganze untere Urmundlippe erhält. Nun befindet sich aber das Organisationszentrum in der oberen Urmundlippe und nur von hier aus kann die Bildung der Rückenorgane stattfinden, d. h. nur die eine Blastomere wird zu einem ganzen Embryo von halber Größe, während die andere mit der unteren Urmundlippe nur ein Bauchstück ohne Rückenorgane liefert. Ganz anders ist das Resultat bei medianem Verlauf der ersten Furche. Jede Blastomere erhält dann eine halbe obere und eine halbe untere Urmundlippe. Spemanns Untersuchungen haben nun gezeigt, daß eine halbe obere Urmundlippe sich zu einer ganzen ergänzen und auch die Bildung der Rückenorgane veranlassen kann. In diesem Falle wird also jede $^1/_2$-Blastomere nach erfolgter Regulation einen ganzen Embryo von geringerer Größe liefern. Wenn wir nun über die Beziehungen der Richtung der ersten Furche zur Lage des virtuellen Embryo im Keim uns Klarheit verschafft haben, so können wir daran gehen, uns zu vergegenwärtigen, was für einen Erfolg die Verlagerung und Verschmelzung zweier Keime auf dem $^1/_2$-Blastomerestadium haben wird. Wir betrachten zuerst einen Fall, wo in beiden Keimen die erste Furche frontal verläuft, also jeweils eine Blastomere die ganze

obere Urmundlippe erhält (Abb. 2). Die Blastomeren des einen Eies bezeichnen wir mit 1 und 2, die des anderen mit 3 und 4. Wenn die Eier nach dem Einschneiden der ersten Furche Hantelform angenommen haben, so können die Blastomeren 3 und 4 kreuzweise so über die andere Blastomerenhantel gelegt werden, daß die Nr. 3 entweder rechts oder links von Nr. 1 zu liegen kommt. Beginnen wir dann mit 1 und zählen im Sinne des Uhrzeigers, so haben wir die Blastomerenfolge 1, 3, 2, 4 oder 1, 4, 2, 3. Hat nun gleichzeitig damit eine entsprechende Verlagerung der Anlagen der oberen und unteren Urmundlippen stattgefunden, so muß sich folgendes ergeben. Die beiden virtuellen Embryonen stoßen jeweils mit ihren oberen und unteren Urmundlippen zusammen. In der Symmetrieebene des Doppelkeims berühren sich zwei laterale dorsale und zwei laterale ventrale Bezirke, die verschiedenen Keimen angehören. Bei unbeeinflußter Entwicklung der nebeneinander gelagerten oberen Urmundlippen könnten hier zwei parallele, hart nebeneinander verlaufende Medullarrohre entstehen. Da aber die oberen Urmundlippen durch kein indifferentes Material getrennt sind, so wäre eventuell bei gegenseitiger Beeinflussung eine einheitliche Medullarplatte zu erwarten (Typus I).

Ein ganz anderes Resultat erhält man, wenn zur Verschmelzung zufällig zwei Keime gewählt werden, bei denen die erste Furche der Medianebene des virtuellen Embryo entspricht (Abb. 3). Dann werden die Anlagen der oberen Urmundlippe median gespalten und verlagert. Es entstehen zwei Kombinationen, beide haben eine ganze obere Urmundlippe und zwei halbe, die jeweils von der ganzen durch eine $^1/_4$-Blastomere ventrales Material getrennt sind und mit ihren medianen Punkten der Ganzanlage zugekehrt sind. Hieraus werden Embryonen mit drei Neuralrohren entstehen, da drei isolierte Organisationszentren vorhanden sind (Typus II).

Schließlich ist noch der Fall möglich, daß bei dem einen Keim die erste Furche frontal, beim anderen median verläuft (Abb. 4). Dadurch würden sich zwei weitere Kombinationen (Typ. III und IV) ergeben. In Typus III würden an eine ganze obere Urmundlippe links und rechts je eine halbe mit ihren medianen Bezirken angrenzen. Je nachdem, ob sich die Urmundanlagen unter gegenseitiger Beeinflussung entwickeln, könnte hier ein Embryo mit einem mehr oder weniger weit verschmolzenem, dreifachen Medullarrohr entstehen oder ein einheitlicher Riesenembryo hervorgehen. Bei Typ. IV hätten wir drei durch ventrales Material voneinander isolierte Anlagen der oberen Urmundlippen, mithin also drei Organisationszentren. Hieraus müßten sich Embryonen mit drei Medullarrohren entwickeln.

Von den homogenen Keimverschmelzungen erreichten einige das Stadium der Neurula, d. h. die Anlage des Nervensystems. Unter diesen war ein dreiköpfiger Embryo mit drei selbständigen Nervensystemen und drei getrennt verlaufenden Chorden, der wahrscheinlich nach dem vierten Verschmelzungstypus entstanden war. In einem anderen Falle verschmolzen beide Keime zur Entstehung eines einheitlichen Riesenembryos. Außerdem — und das ist das Wichtigste — wurde auch durch heterogene Verschmelzung zweier Keime, nämlich zweier Eier von Tr. taeniatus und alpestris, ein Riesenembryo erzielt. Bei der großen Sterblichkeit

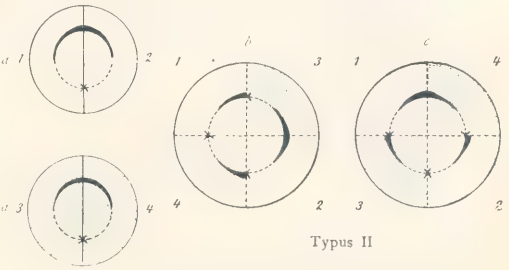


Abb. 3. *a a* 2 normale Keime, beide 1. Furche median. *b* und *c* Doppelkeime nach Typus II durch Verschmelzung zweier median gefurchter Zweizellenstadien entstanden. Blastomerenfolge 1, 3, 2, 4 (Abb. *b*) und 1, 4, 2, 3 (Abb. *c*) ergeben dasselbe Resultat (nach Mangold).

Abb. 4. *a*, *b* Zweizellenstadien *a* mit medianer *b* mit frontaler 1. Furche; *c* Typus III und *d* Typus IV Verschmelzungen eines median und eines frontal gefurchten zweizelligen Keims. *c* Typus III. Blastomerenfolge 1, 3, 2, 4. *d* Typus IV. Blastomerenfolge 1, 4, 2, 3 (nach Mangold).

solcher verschmolzener Keime im Blastula-, besonders aber im Gastrulastadium, darf es nicht wundernehmen, daß nur wenige das Neurulastadium erreichten, aber auch diese wenigen genügen, um zu beweisen, daß 1. tatsächlich auch zwei Eier zu einem Riesenembryo verschmelzen können und daß 2. auf diesem Wege schon im jugendlichsten Stadium die Verschmelzung zweier Arten zur Bildung einer Chimäre möglich ist. Außerdem sind diese Experimente deswegen von Bedeutung, weil durch sie eine weitere Bestätigung der Annahmen über die Lokalisation der ersten Organanlagen bei den Amphibien erlangt wurde.

Auf einem etwas älteren Stadium hat Spemann zwei Keime zur Verschmelzung gebracht.

Auf dem Gastrulastadium wurden zwei möglichst verschieden gefärbte Keime von Tr. taeniatus median halbiert und die Hälften nach Vertauschung der einen zur Verheilung gebracht (Abb. 5). Es entstand ein wohl proportionierter Keim, dem man seine Zusammensetzung nur an den verschieden gefärbten Keimhälften ansehen konnte. Solche Verbandkeime entwickelten sich ganz nor-

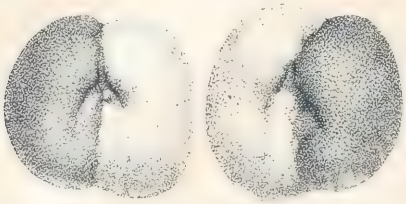


Abb. 5. Zwei Keime von Triton taeniatus zu Beginn der Gastrulation, genau median gespalten und die Hälften der einen Seite ausgetauscht; es gehörten also ursprünglich die beiden äußeren (dunkleren) und die beiden inneren (helleren) Hälften zusammen (nach Spemann). In ähnlicher Weise wurden die Gastrulahälften von Triton taeniatus und einem Bastarde von Tr. taeniatus und Tr. cristatus ausgetauscht.

mal und konnten selbst die Metamorphose überstehen. Derselbe Austausch von Gastrulahälften wurde nun auch zwischen Tr. taeniatus und einem Bastarde von taeniatus ♀ × cristatus ♂ ausgeführt, Formen, die sich schon äußerlich beträchtlich voneinander unterscheiden. Ungeachtet dieser Verschiedenheiten ließen sich solche Larven trotz größerer Sterblichkeit bis über die Metamorphose bringen (Abb. 6). Solche Tiere stellen eine ausgesprochene Sektorialchimäre dar, denen man ihre verschiedene Herkunft nur wenig ansieht. „Im Längenwachstum hat ein völliger Ausgleich zwischen beiden Hälften stattgefunden, nachdem die jüngeren Larven häufig auf der taeniatus-Seite etwas eingekrümmt waren, ebenso scheint die Zeichnung beider Körperseiten dieselbe zu sein. . . . In der Form des Kopfes und der Beine dagegen sind die beiden Hälften typisch verschieden, die linke Hälfte ganz taeniatus, die rechte ganz Bastard. Besonders auffallend

Abb. 6. Kleiner Triton nach der Metamorphose, links Triton taeniatus, rechts Triton taeniatus ♀ × Triton cristatus ♂; entstanden durch Zusammensetzung der entsprechenden Gastrulahälften (nach Spemann).

war die verschiedene Haltung der Beine der jungen Larve, ganz derjenigen der beiden Tierarten entsprechend. Trotzdem lebte dieses Tier als eine morphologische und physiologische Einheit, als ein Individuum." (Spemann.)

Unter Anwendung einer anderen Technik gelang Spemann auch die Herstellung von Periklinalchimären. Das Grundexperiment, von dem es ausging, bestand in folgendem. Auf dem Stadium der beginnenden Gastrula wurde mit Hilfe einer ganz fein ausgezogenen Pipette in einiger Entfernung über der oberen Urmundlippe ein kleiner Zellpfropf herausgeschnitten und zwar im Bereich der zukünftigen Medullarplatte. An einem anderen Keim derselben Art wurde ein ebenso großes Stück aus dem Bereich der späteren Epidermis entnommen, die beiden Stücke ausgetauscht und wieder zur Einheilung gebracht. Waren die Keime von verschiedener Farbe, so ließ sich die weitere Entwicklung der ausgetauschten Stücke noch einige Zeit lang verfolgen

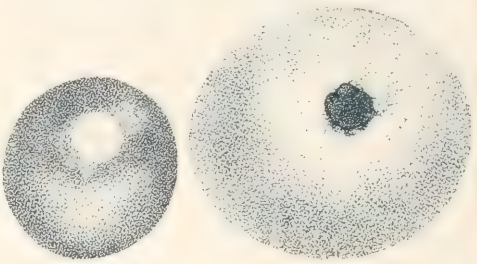


Abb. 7. *a* Keim von Triton taeniatus. *b* Keim von Triton cristatus, beide zu Beginn der Gastrulation. Zwischen ihnen ein Stück Ektoderm ausgetauscht, von Triton taeniatus präsumptive Medullarplatte, von Triton cristatus präsumptive Epidermis (nach Spemann).

und ihr Verhalten in der neuen Umgebung gab wertvolle Aufschlüsse. So ergab sich u. a., daß in diesen jugendlichen Alter das Schicksal der einzelnen Ektodermpartien noch nicht fest determiniert sei. Ektoderm, das eigentlich Medullarplatte hätte liefern sollen, oder wie Spemann sich ausdrückt — präsumptive Medullarplatte — wurde in einer Umgebung von reiner Epidermis selbst zu Epidermis, während umgekehrt präsumptive Epidermis zu Medullarplatte werden konnte. Von diesem Experiment ist es nur ein Schritt zu einem anderen, durch welche Periklinalchimären hergestellt wurden, indem nämlich der Austausch nicht zwischen Keimen derselben Art, sondern zweier verschiedener Arten vorgenommen wurde. Als besonders geeignet dazu erwiesen sich die Eier von Triton taeniatus und cristatus, von denen die letzteren rein weiß, die ersteren pigmentiert sind (Abb. 7). In einem cristatus-Keim hebt sich dann das eingepflanzte taeniatus-Stück, das präsumptive Medullarplatte darstellt, sehr deutlich von seiner Umgebung ab und läßt sich bis ins

Larvenleben äußerlich und auf Schnitten erkennen. In einem gegebenen Falle, wo das Objekt 5 Tage nach der Operation konserviert wurde, hatte das eingepflanzte dunkle Stück sich glatt in die Epidermis eingefügt und bedeckte nun als ortsfremdes Hautstück auf der rechten Seite die Kiemenregion und erstreckte sich nach hinten und unten bis zur ventralen Mittellinie. Da hier taeniatus-Gewebe von cristatus-Haut überzogen ist, so haben wir es tatsächlich mit einer, wenn auch nicht sehr ausgedehnten Periklinalchimärenbildung zu tun (Abb. 8).

Abb. 8. Embryo von Triton cristatus der Abb. 7 *b*, von rechts, oben und unten gesehen; das Stück taeniatus-Epidermis, noch scharf abzugrenzen, hat sich in einem langen Streifen ausgezogen (nach Spemann).

Dieses Resultat ist nun nach verschiedenen Richtungen hin von Interesse. „Da die eingeheilten Stücke einerseits die Entwicklung ihrer neuen Umgebung mitmachen, als gehörten sie von Anfang an dahin, andererseits aber sich deutlich und dauernd von ihr abheben, durch ihre andere Färbung und ihren abweichenden histologischen Charakter, so können sie als Marken dienen, um das spätere Schicksal, die prospektive Bedeutung bestimmter Teile des jungen Keimes zu erkennen." (Spemann.)

Noch wichtiger ist der Umstand, daß in der Blastula und zu Beginn der Gastrulation noch die verschiedensten Bezirke der Keimblätter, selbst des Mesoderms und Entoderms, oberflächlich nebeneinander liegen, dem Eingriff ohne weiteres zugänglich sind und daher ausgetauscht werden können. Erst durch später auftretende Ein- und Ausstülpungen, Faltungen und Abschnürungen werden sie in der mannigfaltigsten Weise durcheinander geschoben. Viele Organe sind deshalb aus Geweben zusammengesetzt, die ursprünglich weit auseinander lagen und daher leicht nicht nur entfernt, sondern durch andere ersetzt werden können. Es lassen sich dann daraus Schlüsse auf die Bedeutung der einzelnen Bestandteile, z. B. der Epidermis für die Ausbildung des ganzen Organes ziehen. Der Einfluß der Epidermis wird wahrscheinlich um so größer sein, eine je größere Oberfläche sie besitzt, d. h. einen je größeren Bruchteil die Gesamtmasse des betr. Organes sie bildet. Spemann weist darauf hin, daß es auch bei Winklers Periklinalchimären die Blätter mit ihrer im Verhältnis zum Inhalt riesigen Oberfläche sind, an denen der formative Einfluß der Epidermis sich am deutlichsten erkennen läßt. In dem oben erwähnten Falle überzieht nun taeniatus-Epidermis die Kiemenregion eines cristatus-Keimes. Die Kiemenanlagen der beiden Seiten erweisen sich nun als deutlich verschieden. Auf der normalen cristatus-Seite bildete die ganze Kiemenregion nur eine schwache Vorwölbung, während auf der taeniatus-Seite schon eine deutliche Abgliederung einzelner Kiemenstummel zu erkennen ist. Es ist wichtig, daß gerade auf der operierten Seite eine raschere Entwicklung stattgefunden hat, denn wäre es umgekehrt, so wäre man geneigt ein Zurückbleiben der operierten Seite als eine Schädigung durch die Operation

Abb. 9. Triton alpestris mit einer Manschette aus roter Bauchhaut von Tr. alpestris (nach Taube).

Abb. 10. Triton alpestris. Nach der Amputation des Beines im Bereiche der roten Manschette ist ein pigmentierter Fuß regeneriert worden (nach Taube).

aufzufassen. So muß die raschere Entwicklung jedenfalls auf die „spezifischen Entwicklungstendenzen der die Kiemen überziehenden taeniatus-Epidermis" zurückgeführt werden. Damit ist aber gegeben, „daß die Epidermis bei der Bildung der äußeren Form der Kiemenstummel eine wichtige, vielleicht die entscheidende Rolle spielt".

Alle bisher geschilderten Experimente haben das gemeinsam, daß bei ihnen die Transplantation in einem sehr jugendlichen Zustande vorgenommen wurde. Dieses erweist sich deswegen als zweckmäßig, ja notwendig, weil nur dann das verpflanzte Material so weit undeterminiert ist, daß es den Einflüssen der neuen Umgebung zugänglich ist. Wird ausgebildetes Material dazu benutzt, so wäre es notwendig, die Zellen erst wieder in einen mehr embryonalen, indifferenten Zustand zu bringen, der sie zu neuen Leistungen befähigt. Dieses kann auf dem Umwege über die Regeneration geschehen. Eine Reihe von Experimenten, bei denen an ausgewachsenen Tieren Chimärenbildung erzielt wurde, hat Taube an Tritonen ausgeführt.

Das Grundexperiment bestand in folgendem. Einem Exemplare des Alpenmolchs, Triton alpestris, wurde die rote Bauchhaut abpräpariert und auf das vorher enthäutete Hinterbein eines anderen Exemplares gebracht. Die Haut wuchs hier an und das Tier schwamm wochenlang mit einer breiten roten Armbinde oder Manschette versehen umher (Abb. 9). Nach einigen Wochen, wenn die Manschette mit ihren Unterlagen wieder vollkommen organisch verbunden war, was sich durch das Auftreten einer Blutzirkulation häufig einwandfrei feststellen ließ, wurde das Bein im Bereich der roten Manschette amputiert. Es mußte nun Regeneration eintreten, wobei dem Regenerat für die Neubildung seiner Epidermis nur die rote Bauchhaut zur Verfügung stand. Das Interessante dabei ist nun, daß das Regenerat von vornherein von einer dunklen Epidermis, wie die des normalen Beines überzogen ist (Abb. 10). Der Einfluß der Unterlage, also des neuentstehenden Beines ist jedenfalls so stark, daß die indifferenten Zellen die bei der Wundheilung von der vorhandenen Epidermis gebildet werden, sofort pigmentiert sind. Nebenbei bemerkt tritt allmähliche Pigmentierung der Manschette, bis zum vollständigen Schwarzwerden, auch ohne Amputation, nur viel später ein.

Anstatt auf das Bein derselben Art kann nun die rote Bauchhaut von alpestris auf das Bein von cristatus gebracht werden. Das Anheilen geht hier viel langsamer und schwerer vor sich, weil es sich hier ja um heteroplastische Transplantation handelt. In vielen Fällen tritt aber eine vollkommene, glatte Heilung ein und das schwarze cristatus Bein ist dann Wochen und Monate mit einer roten Manschette von alpestris Haut versehen. Auch hier tritt allmählich ein Wechsel der Farbe auf, es wandert Pigment ein, so daß schließlich die Manschette sich in ihrer Färbung in keiner Weise von ihrer Umgebung unterscheidet. Trotzdem lassen sich auch dann noch bei starker Lupenvergrößerung die Grenzen der Manschette an der feineren Struktur der alpestris-Haut gegenüber der grobnarbigen cristatus-Epidermis deutlich erkennen. Wenn nun einige Wochen nach der Operation, während die Manschette noch ganz rot ist, das Bein unterhalb des Keims, also im Bereich der Manschette, amputiert wird, so tritt dasselbe ein wie im ersten Falle. Es erfolgt Regeneration und das Regenerat muß die Zellen für seine neue Epidermis von den Wundrändern der vorhandenen beziehen. Da diese aber einer anderen Art angehört, so ist das Resultat schließlich ein cristatus-Fuß der von einer alpestris-Haut überzogen ist, also eine richtige Periklinalchimäre (Abb. 11). Das Resultat würde noch

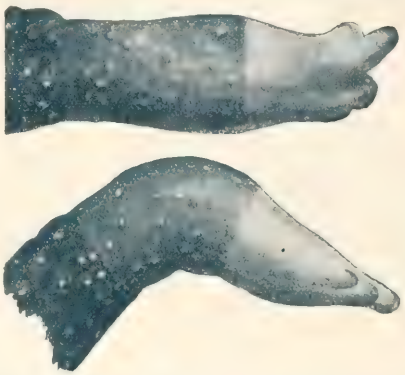


Abb. 11. Rechtes Hinterbein von Triton cristatus mit einer Manschette aus der Bauchhaut von Tr. alpestris. Nach der Amputation des Beines im Bereiche der Manschette ist ein von alpestris-Haut bedeckter Fuß regeneriert worden (nach Taube).

auffallender sein, wenn die alpestris-Epidermis ihre spezifische Eigentümlichkeit bewahren, d. h. rot bleiben würde. Aber auch hier, wie im vorhergehenden Fall, ist das Regenerat sofort von pigmentierter Haut bedeckt, so daß es sich nicht so scharf von dem inzwischen auch schwarz gewordenen Rest der Manschette unterscheidet. Wichtig ist nun der histologische Nachweis, daß zur Zeit des Auswachsens des Regenerates die alpestris-Manschette tatsächlich noch bestand. Obgleich die alpestris-Zellen, besonders wenn sie pigmentiert sind, sich nicht ohne weiteres von den cristatus-Zellen unterscheiden, so lassen sich auf Schnitten die Grenzen der Manschetten meist einwandfrei feststellen. So bildet sich z. B. dort wo die beiden Epidermen zusammenstoßen, ein ringförmiger Verwachsungswulst, wodurch die Cutis unterbrochen wird. Höhe des Epithels, Zustand der Drüsen sind an der Manschette anders als an der normalen cristatus-Haut. Die distale Grenze der Manschette wird in der ersten

Zeit nach der Amputation dadurch kenntlich gemacht, daß hier die Cutis plötzlich aufhört und die Wundfläche von unpigmentiertem Epithel bekleidet ist.

Das vorliegende Experiment zeigt nun, daß selbst die Haut eines ausgewachsenen Tieres unter Umständen in gewissem Sinne umwandlungsfähig ist, denn das Auftreten von Pigment in der Manschette ist wohl auf den Einfluß der veränderten Unterlage und der Umgebung zuzuschreiben. Viel deutlicher tritt dieser Einfluß zutage wenn durch die Regeneration die Zellen in einen indifferenteren, gewissermaßen mehr embryonalen Zustand mit vielseitigeren Potenzen zurückversetzt werden. Durch die Wundsetzung bei der Amputation wird dieser Zustand künstlich hervorgebracht. Interessant ist nun, daß in Fällen, wo keine Wundflächen der Haut vorhanden sind, der Organismus sie sich selbst schafft. Das geschah in einem anderen Experimente, das zwar zu keiner Chimärenbildung führte, theoretisch aber wichtig ist. Das enthäutete Bein von alpestris wurde nach vorhergehender Amputation des Fußes unter die Bauchhaut geschoben, wo es auch anwuchs. Wenn nun das Bein regenerierte, so mußte aus der Mitte des Bauches ein Fuß herauswachsen. Das geschah auch! Vor dem Eintritt der Regeneration bildete sich aber über der Spitze des Stumpfes ein kleines Loch in der Bauchhaut. Dadurch entstanden prinzipiell dieselben Bedingungen, wie bei den Manschettentieren nach der Amputation des Fußes, d. h. ein frischer Wundrand der Bauchhaut, von dem aus die Epidermis für den regenerierenden Fuß geliefert würde. In beiden Fällen war auch das Resultat dasselbe, d. h. auch aus der Mitte des Bauches wuchs im letzterwähnten Experiment sofort ein pigmentierter Fuß.

Die künstliche Erzeugung tierischer Chimären hat sich als aussichtsreicher Weg auf dem Gebiete der experimentellen Zoologie erwiesen. In bezug auf Alter, Herkunft und Bedeutung läßt sich, worauf Spemann hinweist, die Wahl der zu komponierenden Gewebe viel genauer gestalten, als bei den Pflanzen, was für die theoretische Auswertung des Experimentes von großer Bedeutung ist. Wenn wir an den Doppelsinn des Wortes denken, so ist also die „Chimäre", der der Zoologe nachjagt, nicht ein trügerisches Hirngespinst, sondern ein positives Mittel, von dem noch die Erkenntnis von mancherlei Problemen zu erhoffen ist.

Literaturverzeichnis.

1. Born, G., Über Verwachsungsversuche mit Amphibienlarven. (Arch. Entw.-Mech. 4, 1897.)
2. Braus, H., Einige Ergebnisse der Transplantation von Organanlagen bei Bombinatorlarven. (Verhandl. Anat. Gesellsch. 1904.)
3. — —, Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entwicklung peripherer Nerven. (Anat. Anz. 26, 1905.)
4. Crampton, H. E., An experimental study upon Lepidoptera. (Arch. Entw.-Mech. 9, 1900.)
5. Joest, E., Transplantationsversuche an Lumbriciden. Morphologie und Physiologie der Transplantationen. (Arch. Entw.-Mech. 5, 1897.)
6. Mangold, O., Fragen der Regulation und Determination an ungeordneten Furchungsstadien und verschmolzenen Teilen von Triton. (Arch. Entw.-Mech. 47, 1920.)
7. Spemann, H., Experimentelle Forschungen zum Determinations- und Individualitätsproblem. (Naturwissenschaften 1919.)
8. — —, Die Erzeugung tierischer Chimären durch heteroplastische Transplantation zwischen Triton cristatus und taeniatus. (Arch. Entw.-Mech. 48, 1921.)
9. Taube, E., Regeneration mit Beteiligung ortsfremder Haut bei Tritonen. (Arch. Entw.-Mech. 49, 1921.)
10. Trembley, Memoires pour servis à l'histoire d'ungense de Polypes d'eau douce, 1744.
11. Wetzel, G., Transplantationsversuche mit Hydra. (Arch. mikr. Anat. 45, 1895.)

Einzelberichte.

Die Folgeerscheinungen der Kastration bei den Skopzen.

Den bekannten Untersuchungen von Tandler und Groß an Skopzen reiht sich die Arbeit von W. Koch „über die russisch-rumänische Kastratensekte der Skopzen" [1]) als Bestätigung und wertvolle Ergänzung der früheren Beobachtungen an. Koch untersuchte die Konstitution von 10 Skopzen und machte an 3 weiteren ergänzende Feststellungen. Die körperlich untersuchten 10 Skopzen befanden sich in einem Lebensalter von 50—74 Jahren, während die anderen 30-, 62- und 94jährig waren. Von den ersteren wiesen 8 den vollständigen Mangel an Hoden und Penis auf („großes Siegel"); 2 dagegen hatten noch einen Penis („kleines Siegel").

Koch stellte bei allen Kastraten vor allem reichliches Kopfhaar, aber mangelhaften Bartwuchs und Körperbehaarung, ferner lange Extremitäten und schließlich eine besonders kleine Schilddrüse fest. Im übrigen trennt er aber die Skopzen in 3 Gruppen (im Gegensatz zu Tandler und Groß, die nur den mageren, langen und den fetten Typus unterscheiden):

I. Annähernd gewöhnlicher Typ von hagerer bis mittelgroßer Statur mit langen Extremitäten.
II. Typus mit hagerem Riesenwuchs.
III. Hypophysärer Typus mit den Untergruppen:
A. Akromegaler Typ,
B. Typus mit hypophysärer Adipositas.

Die Skopzen der Gruppe I wiesen außer der auffallenden Länge der Extremitäten eine deutliche Kyphose der Brustwirbelsäule, ferner dichtes Haupthaar und spärlichen Bartwuchs auf. Die hier von untersuchten Personen, die zugleich bestimmt zu dieser Gruppe zu rechnen waren, sind voraussichtlich erst nach dem 30. Lebensjahr kastriert worden.

[1]) Veröffentlichungen aus der Kriegs- und Konstitutionspathologie, 2. Band, Heft 3, 1921. G. Fischer.

Zur Gruppe II gehört nur ein 72jähriger Skopze, der trotz Kyphose von auffallender Größe (182,5 cm) war. Dabei betrug die Beinlänge 101 cm, die Länge von Kopf und Rumpf 81,5 cm. Ferner war langes Kopfhaar und bartloses Gesicht festzustellen. Der Mann war im 11. Lebensjahr kastriert worden.

Die Gruppe III ist wegen der Hypophysenbefunde vor allem interessant. In der akromegalen Untergruppe konstatierte Koch Hochwuchs und zugleich Kyphose, ferner „plumpen Knochenbau, besonders dicke Nase, kräftige Kiefer, große Füße, guten Fettansatz, wenn auch nicht Adipositas, bei einem ausgesprochenen Genu valgum und bei allen auffallend große oder vertiefte Sella turcica". Die Kastration war zwischen 15 und 26 Jahren erfolgt.

Die Skopzen der Gruppe mit hypophysärer Adipositas zeigten typisch lokalisierte Fettentwicklung und eine „abgeflachte bzw. leicht vertiefte Sella". Die beiden Skopzen, die diesen Typus am deutlichsten darstellten, sind im Alter von 11 bzw. 9—10 Jahren kastriert worden.

Zwischen dem Zeitpunkt der Kastration und der Konstitutionsform zeigt sich ein ziemlich eindeutiger Zusammenhang. Koch sagt darüber: „Man kann also, meiner Ansicht nach, soweit das immerhin kleine Material es zuläßt, sagen, daß bei früher Verschneidung bis zum Beginn der Pubertät sich entweder reiner hagerer Riesenwuchs oder hypophysäre Adipositas mit oder ohne eine gewisse Hochwüchsigkeit und allenfalls mit gewissen Anzeichen der Akromegalie entwickelt, und daß bei der Verschneidung im Pubertätsalter und bis zum Abschluß des Längenwachstums, also etwa bis zum 25. Lebensjahre, mehr die Zeichen akromegaler Konstitution ohne besondere Fettwüchsigkeit resultieren". Aus den Feststellungen Kochs geht also hervor, daß z. B. der hagere Riesenwuchs auf eine Kastration vor der Pubertät folgt, daß ferner auf dieselbe Weise der Typus der hypophysären Adipositas zustande kommen kann. Solche Skopzen, die aber in einem Zeitraum zwischen Pubertät und Abschluß des Längenwachstums kastriert worden sind, neigen mehr zur Akromegalie. Je später dann die Kastration erfolgt, desto geringer sind die Folgeerscheinungen, wie Gruppe I zeigt.

Im Zusammenhang mit diesen Feststellungen und in Hinblick auf die wechselseitigen Beziehungen der Blutdrüsen untereinander meint Koch, man könne in den einzelnen Epochen der Lebenszeit, 1. dem Kindesalter bis zum Eintritt der Pubertät, 2. dem Pubertätsalter bis zum Abschluß des Wachstums, 3. dem Alter des Erwachsenen bis zum Klimakterium und 4. dem Klimakterium und Senium, den einzelnen endokrinen Drüsen einen verschieden großen Einfluß auf den Körperbau zuschreiben. So ist in der ersten Epoche der Thymus von größter Bedeutung, während die Keimdrüsen in ihrem Einfluß noch zurückstehen. In der 2. Epoche dagegen besitzen die Keimdrüsen die größte Wirksamkeit. Aber in der 3. Epoche spielt keine einzelne Blutdrüse eine führende Rolle, hier ist das Zusammenarbeiten aller Drüsen von Wichtigkeit. In der letzten Epoche macht sich dann der Abbau der endokrinen Drüsen, vor allem der Keimdrüsen, bemerkbar. Beim Kastraten fällt nun die 3. Epoche fort, die ersten Epochen nehmen einen größeren Zeitraum ein; es beginnt aber auch vorzeitig die 4. Epoche, die Vergreisung. Das Lebensalter der Kastraten ist dadurch nicht etwa abgekürzt, im Gegenteil ist gerade von den Skopzen bekannt, daß sie meist ein hohes Alter erreichen. Es handelt sich nur um eine Ausdehnung der 3 bestehenden Epochen unter Wegfall der 3. Epoche.

Es wären noch verschiedene interessante Angaben Kochs zu erwähnen, so die über Beziehungen zwischen Kyphose und Kastration, ferner über das psychische Verhalten der zwei Skopzen, die nur das „kleine Siegel" aufwiesen. Doch würde das hier zu weit führen.

Die Arbeit Kochs, die mit guten photographischen Aufnahmen ausgestattet ist, bietet neben ihren wertvollen Angaben über die Konstitution der Skopzen viele neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der inkretorischen Wirksamkeit der Keimdrüsen und damit des endokrinen Drüsenkomplexes überhaupt. Wenn man bedenkt, wie selten sich eine Gelegenheit zur Untersuchung von menschlichen Kastraten bietet und mit welchen Schwierigkeiten derartige Beobachtungen verbunden sind, wird man den Wert der Kochschen Arbeit recht ermessen können.

Gustav Zeuner.

Der Pico de Orizaba und der San Martin de Tuxtla.

In Nr. 13 vom 26. März 1922 dieser Zeitschrift habe ich einen kurzen Bericht über die vulkanologische Expedition Dr. I. Friedländers nach Mittelamerika (Mexiko) — nicht wie irrtümlich angegeben Südamerika — gebracht, zu dem ich korrigierend nachtragen muß, daß die Popocatepetlersteigung Friedländers nicht am 15. Februar, sondern am 15. November 1921 erfolgt war. —

Nunmehr liegen mir neue Nachrichten von der Expedition, die Mitte Juli beendet sein dürfte, z. T. aus der „Deutschen Zeitung von Mexiko" (18. März 1922), z. T. aus brieflichen Mitteilungen vor. —

Nach diesen hat sich das Auftreten eines Zentralrohres in der aufsteigenden Quellkuppe des Popocatepetlkraters durch eine starke Explosion am 6. Januar 1922 bestätigt, in deren Folge eine zentrale Einsenkung mit zentraler Dampfsäule sich entwickelte. —

Mittlerweile hat Friedländer eine Reihe anderer Vulkane untersucht. Zunächst den Orizaba, der, ähnlich wie die anderen großen Andesitvulkane, um seinen Fuß eine Menge kleiner

Schlackenkegel zeigt, aus denen vielfach große Basaltströme ihren Ursprung nehmen. Fr. hat, ohne den Gipfel zu ersteigen, den Vulkan in ca. 4000 m Höhe umritten, und dabei eine Reihe Irrtümer in den Darstellungen der Physiographie und Topographie des Vulkanes festgestellt. So steht der Pik nicht, wie vielfach angenommen, aber schon von Waitz bestritten wurde, in einem sommaartigen Ringtal, sondern wird von einer Anzahl selbständiger Eruptivbauten umgrenzt. Einer der bedeutendsten ist die Sierra Negra mit von andesitischen Laven ausgefülltem Krater.

Der Orizaba hat im Laufe seiner Entwicklung, ähnlich wie der Popocatepetl seine Eruptionsachse verlegt. Reste der alten Kegel haben sich bei beiden Bergen in ähnlicher Form erhalten.

Die Umwanderung des Berges ergab das Vorhandensein einer ganzen Anzahl kleiner, frischer Lavaströme, deren Eruption von niemand beobachtet wurde, von denen Fr. aber mindestens ein halbes Dutzend den letzten 100 Jahren zuschreibt, woraus sich ergibt, daß der Berg durchaus nicht als erloschener Vulkan anzusprechen ist.

Damit stimmen Berichte eines Ing. Reuthe überein, welcher fast gleichzeitig mit Fr. den Berg besuchte und seinen Gipfel erstieg. Danach hatte die Tätigkeit einer 1910 am Außenrande des Gipfelkraters von Waitz beobachteten Fumarole stark zugenommen.

Wenig bekannt ist auch die Eruptionsgeschichte des Vulkans San Martin de Tuxtla. Da seine beiden letzten großen Eruptionen 1664 und 1793 stattfanden, konnte man bei ihm an eine Ausbruchsperiode von ca. 130 Jahren denken, wie sie einigen japanischen Vulkanen eigen ist. Danach wäre eine weitere Eruption in nächster Zeit zu erwarten. Der gegenwärtige Zustand des Kraters verrät allerdings nichts diesbezügliches. Er ist nach Norden geöffnet, im Süden von 60° steilen Wänden begrenzt. Im Krater sieht man noch wohl erhalten die zwei Eruptionskegel und den Blocklavaursprung des Jahres 1793. Im übrigen zeichnet völlige Ruhe und zunehmende Bewaldung die Gipfelregion aus.

Der San Martin wurde bisher teils als Einzelvulkan teils als Glied einer Vulkankette angesprochen, und topographisch falsch auf den Karten wiedergegeben. Nach Friedländer stellt er eine Vulkangruppe von kompliziertem Bau dar.

Im Anschluß an diesen Vulkan besuchte Fr. das große Eruptionsgebiet, das sich zwischen der Laguna de Catemaco und dem Meer befindet und La Sierra de Acayucan benannt ist. Es ist in allen Einzelheiten noch unbekannt, und besteht entgegen den Einzeichnungen der Karten, die eine Bergkette angeben, aus einer Reihe getrennter vulkanischer Gebirgsstöcke, deren einer ebenfalls den Namen San Martin trägt, einen seinem Namensvetter sehr ähnlichen Kraterbau aufweist, als Vulkan aber trotz ähnlicher Höhe dank seiner isolierten Lage einen wesentlich imposanteren Eindruck macht.

Vom erloschenen Tequilavulkan hebt Fr. eine zentrale, ca. 300 m hohe, steile Nadel aus saurem Eruptivgestein hervor.

Endlich hat er noch den andesitischen Colimazwillingsvulkan besucht, dessen südlicher Krater 1913 in starker Tätigkeit war, jetzt aber (4. April 1922) nur schwache Fumarolentätigkeit zeigte. Hans Reck.

Neues vom Rapsrüßler (Ceutorrhynchus assimilis Payk).

Ausführliche Mitteilungen über den Rapsrüßler macht Prof. Dr. R. Heymons in der „Zeitschrift für angewandte Entomologie" (Band VIII, Heft 1). Die geschilderten Beobachtungen beziehen sich auf Käfer, die in der Umgebung von Berlin auftraten. Gelegenheit zu den Beobachtungen bot sich auf den beiden Städtischen Gütern Falkenberg und Hellersdorf, die je ein Rapsfeld von etwa 50 Morgen Größe angelegt hatten und die ein überaus reiches Material für die Untersuchungen lieferten.

„Der Ceutorrhynchuskäfer ist im Frühjahr auf den Feldern zeitig zur Stelle und bereits zu finden, lange bevor der Raps in Blüte steht." Die Beobachtungen begannen im April, schon zu dieser Zeit machte sich der Befall durch den Rapsrüßler stark geltend. Durchschnittlich wurden auf jeder einzelnen Rapspflanze zwei Ceutorrhynchen gesehen. Zu näheren Beobachtungen wurde eine Anzahl Käfer eingefangen und zu Hause in ein Terrarium eingesetzt. „Letzteres bestand aus einem hohen Glaskasten, in dem Blumentöpfe mit eingewurzelten Rapspflanzen Aufnahme fanden. Die Ceutorrhynchen fühlten sich unter diesen Bedingungen vollkommen wohl. Man sah sie emsig an den Pflanzen auf und nieder laufen. Bei hellem Tageslicht flogen viele an die Wände des Glaskastens, kehrten aber auch freiwillig wieder von dort zu den Pflanzen zurück. An diesen waren sie zum grosen Teile eifrig mit Nahrungsaufnahme beschäftigt." Die Käfer fressen sowohl an Blütenknospen als auch an den saftreichen Stengeln, und das nicht nur bei Tageslicht, sondern auch nach Einbruch der Dunkelheit. Beim Fressen klammert sich der Käfer an einer geeigneten Stelle an, bohrt den Rüssel tief ein, so das er oft bis zum Grunde in das pflanzliche Gewebe dringt. „In dieser Stellung verharrt der Käfer längere oder kürzere Zeit offenbar eifrig mit Saugen und Fressen beschäftigt. Hat der Käfer genug, so zieht er seinen Rüssel wieder hervor, um ihn aber mitunter sogleich an einer anderen Stelle aufs neue einzubohren." Bei den anatomischen Untersuchungen einiger Rapsrüßler, die an Knospen bohrend gesehen worden waren, wurden im Darminhalt neben Körnchen verschiedener Art auch pflanzliche Zellmembranen angetroffen. Heymons glaubt daher, daß die Tiere „tatsächlich im eigentlichen Sinne fressen, d. h. von dem bohrenden Käfer werden kleine

Teile des pflanzlichen Gewebes mit den Mandibeln abgerissen und verschlungen".

Die Entwicklung der Geschlechtsorgane geht infolge der reichlichen Nahrungsaufnahme rasch vonstatten. Bei einem Männchen, das wenige Tage nach dem ersten Auftreten auf den Rapsfeldern geöffnet wurde, fand man den Geschlechtsapparat vollkommen ausgebildet. Die Hoden waren reif und die Samenblasen strotzend voll mit Sperma gefüllt. Auch die weiblichen Keimdrüsen waren zu dieser Zeit schon weit entwickelt. In Copulastellung wurden im Terrarium die ersten Käfer einige Tage nach Beginn ihrer Gefangenschaft gesehen, eine Nachforschung auf den Rapsfeldern ergab, daß die Entwicklung der Käfer im Freien mit derjenigen von in Gefangenschaft gehaltenen Tieren Schritt hielt. Die Copulation geht in der Weise vor sich, daß das Männchen durch lebhaftere Fühlerbewegung seine Erregung dem Weibchen verrät, die nun ihrerseits auf die Bewegungen des Männchens reagiert. Eine Copulation kann mitunter stundenlang dauern.

Die Eiablage des Weibchens geht umständlich vonstatten. Unter den im Terrarium gehaltenen Tieren gelang es ein Weibchen zu beobachten. Es lief anscheinend in gewisser Erregung an einer jungen Rapsschote auf und nieder, an einer Stelle, die es kurz vorher abgetastet hatte, begann es mit einem Male eifrig zu bohren und seinen Rüssel hierbei immer tiefer einzusenken. Von Zeit zu Zeit zog es den Rüssel hervor, senkte ihn aber gleich wieder in dieselbe Bohröffnung. „Ein Saftaustritt aus dem Bohrloch fand nicht statt, und der Zweck des wiederholten Einbohrens dürfte vermutlich darin bestehen, daß das Weibchen in dieser Weise den hervorquellenden Saft aufsog und die Wände des Bohrkanals vollständig glättete." Nach Beendigung der mühevollen Arbeit wendete es dem Bohrloch seine Hinterleibspitze zu, das Abdomen wurde gesenkt und der bisher noch eingestülpt gebliebene Legeapparat trat hervor. „Unmittelbar hiernach wurde die Spitze des Legeapparates in das Bohrloch eingesenkt und zwei Minuten später, jedenfalls nachdem die Ablage des Eies in der Tiefe erfolgt war, endgültig herausgezogen. Nach Einstülpung seines Legeapparats verließ das Weibchen die Schote." Der ganze Vorgang nahm 18 Minuten in Anspruch. Die Zahl der Eier ist nicht mit Bestimmtheit ermittelt worden, sie läßt sich aber ungefähr abschätzen. „Denn da in jeder der vier Eiröhren ungefähr 15—17 Eier heranreifen, abgebrütete Weibchen aber nur noch etwa 6—7 Eier in jeder Eiröhre enthalten, so wird die Gesamtzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier auf etwa 30—40 veranschlagt werden können."

Das abgelegte Ei, das sich durch rundlich-ovoide Gestalt und seine weißlich glänzende Färbung auszeichnet, hat einen Längsdurchmesser von 0,53 mm, und einen Querdurchmesser von 0,27 mm. Es ist so zart, daß es sich nur schwer isolieren läßt und so hinfällig, daß es, sobald es der Luft ausgesetzt wird, trotz aller Vorsicht schnell zugrunde geht. Bei den Untersuchungen, welche Zeit die Eientwicklung in Anspruch nimmt, wurde festgestellt, daß die Eiruhe durchschnittlich 8—9 Tage dauert, die junge Larve also etwa nach $8^1/_2$ Tagen entsteht. „Es ist auch gelungen, den Vorgang des Ausschlüpfens der jungen Larve zu beobachten. Letztere durchnagt von innen her mit ihren Mandibeln die Eischale an dem einen Eipol. Das erste, was von dem jungen Tier sichtbar wird, sind daher die kleinen sich bewegenden braunen Kieferspitzchen, die ein immer größer werdendes Loch in der Schale herstellen. Bald erscheint der graue Kopf der Larve, die sich dann unter Krümmungen ihres weichen Leibes aus der leeren Schale herausarbeitet." Nach weiteren 4—5 Wochen durchnagt die Larve, deren Nahrung aus dem heranreifenden Rapssamen bestand, die Schotenwand und läßt sich zu Boden fallen, wo sie sich sofort in das Erdreich einwühlt. Sie bleibt in etwa 3 cm Tiefe zusammengerollt in der Erde liegen.

Die Verpuppung geht innerhalb der Erde in kleinen Puppenwiegen vor sich; die Puppenruhe selbst währt 10 Tage. Der aus der Puppe entstandene Käfer verläßt aber nicht gleich die Stätte, sondern verbleibt an Ort und Stelle bis er sich ausgefärbt hat. Erst dann arbeitet er sich aus seinem Erdkämmerchen hervor und geht auf die Nahrungssuche. Mit Eintritt kühlerer Witterung verschwinden die Jungkäfer wieder, wie es scheint, suchen sie dann ihre Winterquartiere auf. Es ist aber nicht gelungen, zu ermitteln, ob die Tiere in der Erde oder, wie Bargagli annahm, zwischen Moos überwintern. Ernst Wilh. Neumann.

Homosexualität und innere Sekretion.

Ein neuer Fall von erfolgreicher Hodenübertragung auf einen Homosexuellen, den E. Pfeiffer in einer Abhandlung unter dem Titel: „Ein geheilter Fall von Homosexualität durch Hodentransplantation"[1]) bekannt gibt, veranlaßt mich zu folgendem Bericht.

Wenn man in das Problem der Homosexualität mit Verständnis eindringen will, muß man zunächst jedes Werturteil beiseite lassen. Der Forscher muß jedenfalls die Homosexualität als eine Art Sexualität betrachten, wie er verschiedene Tier- oder Pflanzenarten feststellt, ohne zunächst von Werten zu sprechen. Meiner Meinung nach wäre es sogar richtiger, wenn man Bezeichnungen wie „normal" und „abnorm" in der Betrachtung der Homosexualität möglichst vermiede. Von etwas Pathologischem kann jedenfalls keine Rede sein. Schon Weininger[2]) vertritt mit Entschiedenheit diesen Standpunkt: „Wer die ‚sexuellen Inversionen' als etwas Patho-

[1]) Deutsche Medizinische Wochenschrift, Nr. 20, 48. Jahrgang, 1922.

[2]) „Geschlecht und Charakter". 21. Aufl. 1920. W. Braumüller.

logisches oder als eine scheußlich-monströse geistige Bildungsanomalie betrachtet (das letztere ist die vom Philister sanktionierte Anschauungsweise) oder sie gar als ein angewöhntes Laster, als das Resultat einer fluchwürdigen Verführung auffaßt, der bedenke doch, daß unendlich viele Übergänge führen vom männlichsten Maskulinum über den weiblichen Mann und schließlich über den Konträrsexuellen hinweg zum Hermaphroditismus spurius oder genuinus und von da über die Tribade, weiter über die Virago hinweg zur weiblichen Virgo."

Daraus geht schon hervor, daß die Homosexualität als „biologische Variante" (Hirschfeld) zu betrachten ist. Dieser Auffassung steht die Meinung der Erwerbungstheoretiker gegenüber. Diese behaupten, die Homosexualität entstehe entweder durch Vermeidung des Verkehrs mit Frauen oder durch Verführung. Die erste Ursache wird nur selten aufrecht erhalten; kein heterosexuell Fühlender wird auf die Dauer dem Verkehr mit Männern den Vorzug geben oder sich allmählich an die Homosexualität gewöhnen. Was die Verführung anlangt, so sprechen schon die Fälle von männlichen Prostituierten (die trotzdem heterosexuell sind) gegen diesen Grund. Hierzu bemerkt Weininger sehr treffend: „Was ist es aber dann mit dem Verführer? Wurde dieser vom Gotte Hermaphroditus unterwiesen? Mir ist diese ganze Meinung nie anders vorgekommen, als wenn jemand die ‚normale' sexuelle Hinneigung des typischen Mannes zur typischen Frau als künstlich erworben ansehen wollte und sich zur Behauptung verstiege, diese gehe stets auf Belehrung älterer Genossen zurück, die zufällig einmal die Annehmlichkeit des Geschlechtsverkehrs entdeckt hätten." Daß die Gründe für die Homosexualität viel tiefer liegen, geht auch aus der Tatsache hervor, daß das gleichgeschlechtliche Fühlen vor der Pubertät keinen bestimmenden Einfluß auf die spätere sexuelle Einstellung haben kann, da ja die Homosexualität sonst viel weiter verbreitet sein müßte.[1]) Von größter Bedeutung ist die Erfolglosigkeit jeder Behandlung auf hypnotischem oder suggestivem Wege. Dagegen mehren sich die Fälle, in denen eine operative Behandlung von Erfolg begleitet ist. Die Homosexualität hat nämlich allem Anschein nach ihren Sitz nicht im Gehirn, sondern in den Keimdrüsen. Jede Keimdrüse ist von anderer Konstitution und übt bei jedem Menschen daher eine andere Wirkung auf inkretorischem Wege auf die Psyche aus. So sind biologisch die sexuellen Zwischenstufen erklärt, die schon Weininger seiner Arbeit über „Geschlecht und Charakter" zugrunde gelegt hat. Er sagt dort über die Homosexualität: „Das konträre Geschlechtsgefühl wird so für diese Theorie keine Ausnahme von dem Naturgesetze, sondern nur ein Spezialfall desselben."

Seit einiger Zeit fordern vor allem Rohleder und Hirschfeld die operative Behandlung der Homosexuellen. Rohleder vertritt seinen Standpunkt vor allem in der kleinen Abhandlung über „Moderne Behandlung der Homosexualität und Impotenz durch Hodeneinpflanzung"[1]) sehr entschieden. Er geht von der Steinachschen Pubertätsdrüsenlehre aus und schlägt vor, dem männlichen Homosexuellen Hodengewebe heterosexuell Fühlender einzupflanzen. Er sagt: „Wir wissen, daß hierdurch nicht bloß eine somatische, sondern auch eine psychische Veränderung vor sich geht, daß dadurch auch der Sexualtrieb dementsprechend umgeändert wird." Ferner weist Rohleder darauf hin, daß zur Einpflanzung die entfernten Hoden von Kryptorchen (Personen, deren Hoden an der ursprünglichen embryonalen Stelle in der Bauchhöhle geblieben sind) verwendet werden könnten. Er sagt weiter sehr richtig: „So dürfte z. B. in Berlin mit seinen großen chirurgischen Kliniken einerseits und der Zentralstelle für Homosexuelle, dem wissenschaftlich-humanitären Komitee andererseits eine solche wechselseitige Verständigung nicht allzu schwer und in Zukunft doch von manchen segensreichen Erfolgen begleitet sein." Man hat nun tatsächlich Hodeneinpflanzungen bei Homosexuellen vorgenommen. Sehr bekannt sind die Lichtensternschen Fälle. Hier wurden Homosexuellen die „normalen" Hoden von Kryptorchen eingepflanzt, und es ergab sich stets ein voller Erfolg der Behandlung: nämlich die Änderung der Triebrichtung. Auch andere Forscher haben Erfolge erzielt, andere wieder berichten über negative Resultate. Daß aber überhaupt Erfolge erzielt wurden, ist schon ein Beweis dafür, daß die Keimdrüsen ausschlaggebend sind. Einige Autoren glauben aber noch an eine suggestive Beeinflussung der Operierten, obwohl die Erfolglosigkeit der suggestiven Behandlung erwiesen ist.[2])

An dieser Stelle sei über den eingangs erwähnten Fall berichtet, in dem die Richtung des Geschlechtstriebes eines Homosexuellen durch Einpflanzung eines Hodens von einem Heterosexuellen geändert worden ist. Pfeiffer hat den Homosexuellen — im Gegensatz zu Lichtenstern — nicht kastriert, sondern ihm ohne weiteres einen Hoden implantiert. Der Operierte wußte von der Implantation nichts; es wurde ihm nur von der Operation eines Bruches Mitteilung gemacht. Jeder suggestive Einfluß ist also ausgeschlossen. Der Erfolg war unzweideutig. Nach 6 Wochen stellte sich der Operierte vor: vollständig heterosexuell. Vor der Operation war er total homosexuell. Ein Strafverfahren war

[1]) An dieser Stelle sei auf die trefflichen Ausführungen von R. Gaupp über „Das Problem der Homosexualität" verwiesen (Klinische Wochenschrift, Nr. 21, 1. Jahrg., 1922).

[1]) Berliner Klinik, Heft 322, 1917.

[2]) Z. B. Romeis in seinem Referat „Geschlechtszellen oder Zwischenzellen?" (Klinische Wochenschrift, Nr. 19—21, 1. Jahrg., 1922).

gegen ihn auf Grund § 175 anhängig, wurde aber wegen Volltrunkenheit des Angeklagten während der strafbaren Handlungen aufgehoben. In seinen Träumen spielten nur von ihm geliebte Männergestalten eine Rolle. Frauen gegenüber hatte er Ekelempfindungen. Von alledem war nichts mehr nach der Operation vorhanden. Wir haben also hier einen schlagenden Beweis für die Wichtigkeit der Keimdrüsen vor uns. Die Möglichkeit, daß die Triebrichtung sich wieder ändert, besteht meiner Meinung nach fort. Aber — wenn auch kein Dauererfolg erzielt worden wäre — die Umwandlung nach Einpflanzung des „normalen" Hodens ist ein Beweis für die entscheidende Bedeutung der Keimdrüsen.

Die Lehre von der inneren Sekretion (hier die der Keimdrüsen) ist es wieder, die eine Änderung oder Verdrängung alter Anschauungen nötig macht. Für die Erforschung der Homosexualität ist meiner Ansicht nach vor allem eine weitere Klärung der Beziehungen zwischen Psyche und Inkretion von größter Bedeutung, wie überhaupt die Psychologie von seiten der Inkretionslehre in nächster Zukunft die meisten Erfolge zu erwarten haben wird.

Gustav Zeuner.

Bücherbesprechungen.

Fischer, Emil, Aus meinem Leben. Berlin 1922, Julius Springer. 75 M.

Vor dem Titel befindet sich ein schönes Bild des großen Chemikers. Die linke Gesichtshälfte ein würdiger Ausdruck für den tiefgründigen, strengen Forschergeist des Dahingegangenen. Deckt man sie zu, so meint man einen völlig andersartigen Menschen zu erblicken: den humorvollen, trinkfesten Rheinländer, der mitten in dieser Welt lebte und all ihrer bunten Ablenkung von stiller Gelehrtenarbeit spielend Herr wurde. Dieser, also der Mensch Emil Fischer berichtet hier „aus seinem Leben". Das Persönliche überwiegt also in diesem Buche durchaus. Freilich handelt es sich um eine ganze Persönlichkeit, in deren Bannkreis wiederum eine solche Fülle bedeutender Männer trat, daß die Schilderung rein sachlich fesseln müßte. Zudem aber ist das Buch mit der bekannten Meisterschaft Fischerscher Darstellungskunst geschrieben, daß auch formell selbst hohe Ansprüche befriedigt werden. Berichterstatter bekennt, daß ihn selten Lebenserinnerungen eines Mannes der Wissenschaft derart gefesselt haben wie diese. Man braucht durchaus nicht Chemiker zu sein, um diesen Eindruck von dem vorliegenden Buche zu gewinnen. Es ist ein wertvoller Beitrag zur Biologie großer Männer. Andern Ortes mag mehr darüber gesagt werden. Hier kann es sich nur um eindringlichste Empfehlung der (nicht ganz vollendeten) Erinnerungen handeln.

Das sehr gut ausgestattete Buch enthält drei schöne Bildnisse Emil Fischers. H. Heller.

v. Horvath, Clemens, Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie. Versuch eines synthetischen Aufbaues der speziellen Relativitätstheorie. Berlin 1921, Springer. 12 M.

Die meisten, namentlich die älteren Darstellungen der Relativitätstheorie waren offensichtlich bemüht, dem Leser eine Vorstellung von der neuen Lehre dadurch zu geben, daß sie allzu sehr die aus dem herkömmlichen Rahmen schroff herausfallenden Ergebnisse in möchlichst paradoxer Form hervorhoben. Diese Methode ist, besonders für den Anfang, psychologisch verständlich, hat aber den großen Nachteil, die neue Lehre historisch zu isolieren und das Falsche der bisherigen Vorstellung allzusehr und zwar auf Kosten des auch in ihr noch weiterhin Gültigen hervorzuheben. Unser Autor geht in seiner mit großer Darstellungskraft äußerst klar geschriebenen und auch für den nicht übertrieben mathematisch geschulten Naturwissenschaftler vollauf verständlichen Abhandlung einen grundsätzlich anderen Weg. Von irgendwelchen Paradoxien der neuen Theorie merkt man bei ihm gar nichts mehr. Im Gegenteil erscheinen die neuen Resultate als vollkommen organisch gewachsen und konsequente Folgerungen aus physikalischen Gedankenmotiven, die als solche, wenn auch in falscher oder unzulänglicher Formulierung, auch schon in der klassischen Physik, zum Teil allerdings auch unausgesprochen, wirksam sind. Schritt für Schritt baut er die neue Theorie synthetisch vor uns auf, manchen Begriff erheblich über das bisher Geleistete hinaus klärend und schärfer definierend, z. B. den des Inertialsystems, den Trägheitssatz, das Synchronisierungsverfahren der Uhren u. a. Am Schlusse wundern wir uns so viel mehr darüber, daß man solange an den alten Lehren gehangen hat, als über das sonst so paradoxe Neue.

Sehr beachtenswert ist auch der Gedanke, den v. Horvath über das Verhältnis der Kantischen Lehren zur Relativitätstheorie äußert. Während die bisher geäußerten Ansichten entweder dahin gehen, daß die Kantische Lehre von der Relativitätstheorie gar nicht berührt, also auch nicht widerlegt wird (Sellin u. a.), oder daß sie von dieser direkt widerlegt worden ist (Reichenbach), vertritt v. Horvath den Standpunkt, daß die Relativitätstheorie gleichsam nur ein spezieller Fall der Kantischen Doktrin sei. Wenn das auch wohl etwas zu weit geht, so muß man meines Erachtens Kant doch als einen bedeutenden Vorläufer der Relativitätstheorie ansehen (wie übrigens auch Otto Liebmann). Man braucht

nur in den bekannten Formulierungen Kants statt „Formen unserer Anschauung" zu sagen: „Formen unseres jeweiligen Bezugssystems", so springt die Ideeverwandtschaft eklatant in die Augen. — Alles in allem wird niemand an der Abhandlung v. Horvaths vorbeigehen dürfen, der sich forschend oder lehrend mit der Relativitätstheorie befaßt. Adolf Meyer (Hamburg).

von Montgelas, Gräfin Elisabeth, Tiergeschichten. Leipzig 1922, E. Haberland. Geh. 60 M., geb. 80 M.

Wenn man als Tierfreund und Zoologe jahrzehntelang täglich mit Tieren verkehrt hat, greift man zu populären Tiergeschichten nur höchst ungern, da man schon weiß, was einem bevorsteht. Das vorliegende Buch erwies sich indes zu meiner Freude als eine der seltenen Ausnahmen. Die Verf. ist eine gewandte und mutige Reiterin und Jägerin und besitzt durch ihren Verkehr mit Tieren aller Art von Jugend auf hervorragende tierpsychologische Kenntnisse. Eine außergewöhnliche Liebe zu den Tieren, hervorragende Beobachtungsgabe und ein Vermögen, die feinen Unterschiede der einzelnen Tierpersönlichkeiten zu empfinden und sich in das Wesen der so verschiedenartigen Individuen einer Art oder Rasse einzufühlen, ermöglichten es der Verf., mit den schwierigsten Charakteren ohne Gewalt fertig zu werden. Daß sie die am Schreibtisch ausgedachten Theorien von den Augen- und Nasentieren, von dem Überkreuzungs-„Gesetz" usw., die höchst einseitig übertrieben werden, auf Grund ihrer ausgedehnten Praxis auf ein Minimum reduziert, ist sehr erfreulich. Die zahlreichen Einzelbeobachtungen, an Katzen, Hunden, Affen, Pferden usw. werden den Tierpsychologen sehr willkommen sein. In dem Haß gegen die Tierquäler stimme ich ganz überein, ebenso hinsichtlich der Bemerkungen über die Tierschutzgesetze. Frei von Sentimentalität einerseits und von menschlichen Hochmut gegenüber dem Tier andererseits schildert die Verf. ihre Anteilnahme an den Freuden und Leiden ihrer Lieblinge. Diese Tiergeschichten sind zu empfehlen. — Leider sind die beigegebenen Autotypien recht mäßig — „Bobby, maskiert", S. 38, ist zudem nicht gerade geschmackvoll — und verteuern zweifellos das sonst schön ausgestattete Buch unnötigerweise.

Dr. Anton Krauße.

Weil, Arthur, Die innere Sekretion. Eine Einführung für Studierende und Ärzte. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 45 Textabbildungen. Berlin 1922, Julius Springer.

Wie man beim Erscheinen der ersten Auflage mit Bestimmtheit erwarten konnte, hat sich die Weilsche Einführung in die innere Sekretion vortrefflich bewährt. Schon nach Verlauf eines Jahres ist eine zweite Auflage erschienen, die durch Hinzufügung neuer Ergebnisse und Vermehrung der Textabbildungen erweitert und verbessert worden ist. Ein solcher Erfolg ist zweifellos der Stoffbehandlung zu verdanken, die zum erstenmal auf einer allgemein-physiologischen Basis ruht. Diese Darstellungsweise wird auch ferner dem Buche berechtigte Zustimmung sichern. Eine wesentliche Bereicherung des Tatsachenmaterials bilden die Ergebnisse der Körpermessungen von Weil selbst, die in das Kapitel über den Geschlechtstrieb aufgenommen worden sind. — Auch die neue Auflage des Buches ist hervorragend ausgestattet. Eine spanische und eine russische Übersetzung, die sich unter der Presse befinden, bezeugen das Interesse, das für das Werk vorhanden ist. So wird die Weilsche Einführung auch in Zukunft für Studierende und Ärzte von besonderer Bedeutung bleiben.

Gustav Zeuner.

Fehringer, Prof. Dr. O., Die Singvögel Mitteleuropas. Mit 96 farbigen Tafeln und 17 Textabbildungen. Heidelberg, Carl Winter. 50 M.

Das handliche, geschmackvoll ausgestattete Büchlein enthält neben der Beschreibung der Singvögel Mitteleuropas allgemeine Abschnitte über die Naturgeschichte der Singvögel, ihre Lebensweise, ihren Gesang, ihren Zug, über den Vogelschutz, über Vogelkäfige, über das Futter sowie überhaupt über das Halten von Vögeln. Den Einzelbeschreibungen ist eine systematische Übersicht vorausgeschickt, wo über die wissenschaftliche Benennung unterrichtet wird. Den Hauptwert des Büchleins machen nun die 96 farbigen Bilder aus; sie sind auf die Vorder- und Rückseite von 48 Blättern verteilt, die von je zwei Seiten Text unterbrochen werden. So hat man unmittelbar nebeneinander Text und Beschreibung. Letztere beschränkt sich auf Angaben über Vorkommen, Lebensweise und Benehmen, Gesang, Nestbau, das Gelege und die Jungen. Die von Walter Heubach gemalten und in Dreifarbendruck wiedergegebenen Aquarelle zeigen die Vögel auf einem ansprechenden charakteristischen Hintergrund und sind durchweg sehr gut. Das kleine Vokabularium am Schlusse gibt die Ableitung der wissenschaftlichen Namen. Der Preis ist in Anbetracht der großen Zahl der schönen Bilder mäßig. Miehe.

Pfeiffer, Prof. Dr. Paul, Organische Molekülverbindungen. Stuttgart 1922. Ferdinand Enke.

Das vorliegende, etwa 290 Textseiten umfassende Werk stellt die erste zusammenfassende, methodisch geordnete Besprechung organischer Molekülverbindungen dar, d. h. solcher Verbindungen, die sich aus Molekülen, die an sich „gesättigt" erscheinen, durch Anlagerung bilden. Hierher gehören also letzten Endes alle Verbindungen, die ein oder mehrere Moleküle des Kristallisationsmittels in ihrer Formel beherbergen, wie Hydrate, Alkoholate usw. Natürlich sind

nicht alle diese Verbindungen aufgezählt, sondern es sind die wichtigsten Vertreter der einzelnen Gattungen solcher Molekülverbindungen genannt und kurz gekennzeichnet. Dazu ist eine Fülle von Literaturstellen aufgeführt. Für den Chemiker von Fach (nur für diesen!) handelt es sich um eine um so wertvollere Darstellung, als die gesamten Mitteilungen und Auseinandersetzungen einheitlich von den Gedanken der Wernerschen Koordinationstheorie getragen sind. Der hohe systematische Wert dieser Lehre tritt hier auffällig in die Erscheinung. Weniger ihr Erkenntniswert. Denn was eigentlich „Haupt-" und „Nebenvalenzen" unterscheidet, vermag auch dieses Buch nicht zu sagen. Es bleibt in dieser Hinsicht bei Werner stehen. Am augenfälligsten wird dies gelegentlich der Besprechung der Waldenschen Umkehrung (S. 275 ff.). Hier ist von der einfachsten und dem Wesen dieser merkwürdigen Reaktion wohl am nächsten kommenden Theorie Starks mit keinem Wort die Rede! Auch der Streit zwischen Kehrmann und Hantzsch (S. 151) wird ohne Stellungnahme lediglich referiert. Hinwiederum fehlt bei Erwähnung der Verbindung aus Azeton und Kalium hydroxyd (S. 71) die theoretisch wichtige Arbeit von Dehn und Merling (vgl. Natw. Wochenschr., N. F., XX, S. 297, 1921). Dem letzten Ziel des „Erkennenwollens" wird auch rein sachlich wenig gedient durch die leider oft genug gar so unbestimmten, vieldeutigen Angaben der Autoren über die Eigenschaften der von ihnen beschriebenen Stoffe. Die spekulativ so sehr herangezogene Farbe beispielsweise wird noch heute in fast allen Fällen mit Vulgärausdrücken ohne jegliche exakte Umgrenzung der Mitwelt überliefert. Man sehe sich etwa die Seiten 236 und 237 des Buches an: orangegelb, blaßgelb, goldgelb, gelb, gelblich, kanariengelb (!), orangegelb usw. — diese Farbbezeichnungen stehen unmittelbar nebeneinander. Vergebens fragt man sich, wie hier eine Auswertung der Farbe noch exakt sein kann. Selbstverständlich fällt dieser Umstand nicht dem Verfasser des Buches zur Last! Auch soll nicht verschwiegen werden, daß beispielsweise Kehrmann in der Regel die Absorptionskurven farbiger Stoffe mitteilt. H. Kauffmann hat einzelne Farben sogar nach Ostwald gemessen.

Das Buch stellt eine beträchtliche Arbeitsleistung dar, die man um so dankbarer anerkennen wird, als solche registrierenden Vorarbeiten an sich den Ruhm ihres Urhebers nicht zu mehren pflegen, obwohl sie von Vorwärtsstrebenden gern als Materialfundgrube benutzt werden. Möchten sich insbesondere die jüngeren Benutzer des reichhaltigen Buches bewußt werden, welch emsiger Kleinarbeit es bedurfte, den breiten Inhalt dieses Buches zur fruchtbaren Benutzbarkeit gebracht zu haben. Dann hat dieses „Arbeitsbuch" in zwiefacher Hinsicht Segen gestiftet. H. Heller.

Literatur.

Abderhalden, Prof. Dr., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. V: Methoden zum Studium der Funktionen der einzelnen Organe des tierischen Organismus, Teil 3B, Heft 1, Lieferung 62. Untersuchung der Funktionen bestimmter Organe. Exstirpation und Verpflanzung bestimmter Organe. Berlin-Wien '22, Urban & Schwarzenberg. Brosch. 70 M.

Abderhalden, Prof. Dr., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. V: Methoden zum Studium der Funktionen der einzelnen Organe des tierischen Organismus, Teil 5A, Heft 1, Lieferung 63. Methoden der Muskel- und Nervenphysiologie. Untersuchungen an Muskeln und Nerven. Berlin-Wien '22, Urban & Schwarzenberg. Brosch. 120 M.

Schenking, Sigm., Nomenclator Coleopterologicus. Eine etymologische Erklärung sämtlicher Gattungs- und Artnamen der Käfer der deutschen Fauna sowie der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. Jena '22, Gustav Fischer. Brosch. 95 M., geb. 125 M.

Dahl, Prof. Dr. Friedr., Vergleichende Psychologie oder die Lehre von dem Seelenleben des Menschen und der Tiere. Jena '22, Gustav Fischer. Brosch. 35 M., geb. 62 M.

Hertwig, Oscar, Das Werden der Organismen. Zur Widerlegung von Darwins Zufallstheorie durch das Gesetz in der Entwicklung. 3. Aufl. Jena '22, Gustav Fischer. Brosch. 200 M., geb. 240 M.

Pohle, Prof. Dr. Jos., Die Sternenwelten und ihre Bewohner. 7. Aufl. Köln, J. B. Bachem. Brosch. 125 M., Geb. 150 M.

Lewin, Kurt, Der Begriff der Genese in Physik, Biologie und Entwicklungsgeschichte. Berlin '22, Julius Springer. Brosch. 136 M.

Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. 1. Band: Michaelis, Dr. Leonor, Die Wasserstoffionen-Konzentration. 2. Aufl. Teil 1: Die theoretischen Grundlagen. Berlin '22, Julius Springer. Brosch. 69 M., geb. 90 M.

Fuchs, Dr. Franz, Grundriß der Funkentelegraphie in gemeinverständlicher Darstellung. 12. Aufl. München und Berlin '22, R. Oldenbourg. Geh. 40 M.

Fischer-Geistbeck, Erdkunde für höhere Lehranstalten. Berlin-München '22, R. Oldenbourg.

Rosenthal, Dr. Alfred, Reichsgesetz gegen den unlauteren Wettbewerb. 5. Aufl. Berlin-Leipzig '22, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. Geh. 150 M., geb. 180 M.

Wissenschaftliche Forschungsberichte. Naturwissenschaftl. Reihe, herausgegeben von Liesegang, Dr. Raphael Es., Bd. 5: Fortschritte der Quantentheorie. Dresden und Leipzig '22, Theodor Steinkopff. Geh. 30 M.

Kleine Schriften zur Seelenforschung, Dr. med. Kronfeld, Heft 2. Über Gleichgeschlechtlichkeit. Erklärungswege und Wesensschau. Stuttgart '22, Julius Püttmann.

Inhalt: E. Taube, Tierische Chimären. S. 457. — **Einzelberichte:** W. Koch, Die Folgeerscheinungen der Kastration bei den Skopzen. S. 465. I. Friedländer, Der Pico de Orizaba und der San Martin de Tuxtla. S. 466. R. Heymons, Neues vom Rapsrüßler (Ceutorrhynchus assimilis Payk). S. 467. E. Pfeiffer, Homosexualität und innere Sekretion. S. 468. — **Bücherbesprechungen:** E. Fischer, Aus meinem Leben. S. 470. Cl. v. Horvath, Raum und Zeit im Lichte der speziellen Relativitätstheorie. S. 470. E. v. Montgelas, Tiergeschichten. S. 471. A. Weil, Die innere Sekretion. S. 471. O. Fehringer, Die Singvögel Mitteleuropas. S. 471. P. Pfeiffer, Organische Molekülverbindungen. S. 471. — **Literatur:** Liste. S. 472.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 27. August 1922. | Nummer 35.

Grundsätzliches zu Goethes Metamorphosenlehre.

[Nachdruck verboten.]

Von Friedrich Waaser-Ludwigsburg.

In einem Aufsatz in dieser Zeitschrift[1]) nimmt M. Möbius Stellung zu der Frage, ob unter Metamorphose eine reelle Metamorphose anzunehmen sei oder nur die Verschiedenheit der Erscheinung des ideellen Blattes. Während A. Hansen Stellung für den ersteren Standpunkt nimmt, entscheidet sich Möbius für den letzteren mit den Worten: „Nach genauer Prüfung aller seiner (Goethes) Äußerungen über die Blattorgane bin ich aber doch zu der Überzeugung gekommen, daß er damit sagen wollte: die Bezeichnung ‚Blatt' entspricht dem Gesamtbegriff für eine Anzahl bisher als eigenartig unterschiedener Organe, daß er damit der Trennung eine Einigung entgegensetzen wollte. Wir aber können und dürfen die Sache nicht anders auffassen."[2]) Die Ursache der Metamorphose, der „Funktionsänderung, die eine Veränderung im inneren und äußeren Bau hervorruft", sieht Möbius darin, daß, wenn eine andere Entwicklung erfolgen solle — etwa bei Füllung der Blumen und anderen Abnormitäten — „ein besonderer Reiz hinzukommen müsse, den wir freilich nicht immer mit Sicherheit bezeichnen können".[3]) Hansen läßt die Frage nach der Ursache dieser Veränderungen offen. „Dafür, daß das Alte in neuer Form erscheint, sind wir gezwungen, eine Ursache anzunehmen, und da hier Beobachtung nicht möglich ist, nehmen wir vorläufig eine hypothetische Ursache an, die Metamorphose. ... Durch noch unbekannte Wirkungen ändern sich die Eigenschaften und danach die ganze Form der Laubblattanlage und sie wird zum Sporophyll."[4])

Zwei Auffassungen stehen hier einander gegenüber. Die eine sucht die metamorphosierenden Kräfte innerhalb der Beobachtung, etwa in Reizen physikalisch-chemischer oder physiologischer Natur, die andere verlegt dieselben ins Reich des Ideellen, findet aber infolge der Abstraktheit und Unwandelbarkeit ihrer Begriffe den Weg zur Anschauung nicht mehr zurück.

Sieht man sich in der einschlägigen Literatur um, so treten einem immer jene beiden Standpunkte entgegen. Ein Vertreter der ontogenetisch sich vollziehenden, realen Metamorphose ist Goebel, der die verschiedenen metamorphosierten Blätter aus ursprünglichen Laubblattanlagen hervorgehen läßt, die jedoch der von ihnen neu übernommenen Funktion zufolge durch sinnlich wahrnehmbare Einflüsse metamorphosiert worden sind. Der idealistischen Auffassung gehören A. Braun und Hanstein an. Goebel schreibt in seiner „Organographie der Pflanzen": „In der idealistischen Morphologie, wie sie von Goethe, A. Braun und Hanstein vertreten wird, handelt es sich bei der Metamorphosenlehre wesentlich um eine Begriffskonstruktion." Und in Schneiders „Handwörterbuch der Botanik heißt es: „Der Auffassung von Goethe zufolge war die Metamorphose nur ein gedachter Begriff. Die vielen Metamorphosen des Blattes (Hochblätter, Niederblätter, Staubblätter usw.) wären somit Modifikationen des einen nur der Idee nach existierenden Blattes. (Idealistische Metamorphosenlehre.)"

Beide Auffassungen treffen meines Erachtens nicht den Kern der Sache, so wie er von Goethe herausgearbeitet worden ist. Dem aufmerksamen Leser der Goetheschen Schriften kann es nicht entgehen, daß Goethe mit seinem aufs Zentrale gerichteten Blick mit seiner Metamorphosenlehre noch etwas wesentlich anderes sagen wollte als z. B. die Tatsache der Homologie der Pflanzenorgane mit dem Blatt. Wer von einer „idealistischen Metamorphosenlehre" von „Begriffskonstruktionen" von „gedachten Begriffen" spricht, denen innerhalb der Realität der Erscheinungswelt keine Wirklichkeit zukommt, dem bleibt der wahre Charakter von Goethes Metamorphosenlehre dunkel, ja er muß dieselbe konsequenterweise ablehnen. Man muß tief in das Wesen und die Methode der Goetheschen Naturbetrachtung eindringen, um ein wirkliches Verständnis zu gewinnen für das, was er mit Ausdrücken wie Typus, Urpflanze, Urtier bezeichnet hat.

Im folgenden sei es mir gestattet, an Hand der Goetheschen naturwissenschaftlichen Schriften ein Bild zu entwerfen von der Art wie der Dichter sich der Natur gegenüberstellt, sowie von seiner Methode, dem Problem des Lebens, um dessen Lösung es sich in letzter Linie doch handelt, näherzukommen. An den Resultaten dieser Forschungsweise wird es sich dann zeigen, was von den beiden gekennzeichneten Auffassungen zu halten ist.

Es kann natürlich hier nicht meine Aufgabe sein, eine lückenlose Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung zu geben, aber es gehört einmal zum vollen Verständnis und Würdigung der Goetheschen Ideen, sich Klarheit über die Prinzipien seiner Erkenntnis methode zu verschaffen Dabei wird auch ein Licht fallen auf die Stellung.

[1]) Diese Zeitschrift, 1921, Nr. 52.
[2]) Diese Zeitschrift, 1921, Nr. 52.
[3]) Diese Zeitschrift, 1921, Nr. 52.
[4]) Diese Zeitschrift, 1921, Nr. 1.

dieser Theorie zu der im wesentlichen durch Kant interpretierten modernen naturwissenschaftlichen Vorstellungsweise. Ein solches Unternehmen bringt insofern einige Schwierigkeiten mit sich, als Goethe selten prinzipiell sich über die Grundlagen des Erkennens ausgesprochen hat. Gesteht er doch selbst:

„Wie hast du's denn so weit gebracht?
Sie sagen, du habest es gut vollbracht!"
Mein Kind! Ich hab es klug gemacht;
Ich habe nie über das Denken gedacht.

Man muß vielmehr Schritt für Schritt hinsehen, wie er die Dinge in ihrer Erscheinung, in ihrem Werden und Vergehen belauscht, wie er ihrem Wesen nachforscht und dabei das ergänzen, was er selbst nicht sagt.

Wie tief der Dichter das Menschen-Ich als in der Natur verankert empfindet, das geht aus dem Aufsatz „Die Natur" hervor, der 1782 im Tiefurter Journal erschienen ist: „Natur! Wir sind von ihr umgeben und umschlungen — unvermögend, aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in sie hineinzukommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt sie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt sich mit uns fort, bis wir ermüdet sind und ihrem Arm entfallen ... Gedacht hat sie und sinnt beständig, aber nicht als ein Mensch, sondern als Natur ... Sie hat keine Sprache noch Rede, aber sie schafft Zungen und Herzen, durch die sie fühlt und spricht ... Ich sprach nicht von ihr. Nein, was wahr ist und was falsch ist, alles hat sie gesprochen. Alles ist ihre Schuld, alles ist ihr Verdienst!" — Goethe fühlte die Stimme der Natur in seinem Innern, aber als er diese Worte niederschrieb, kam es ihm noch nicht völlig klar zum Bewußtsein, wie die Natur auf dem Schauplatz der Menschenseele sich ausspricht. Mit Eifer forscht er bei den Philosophen; allein so oft er sich an das Studium derselben heranmacht, empfindet er die durch die durch die platonische Vorstellungsweise erfolgte Trennung von Erfahrung und Idee als seiner Natur zuwider. Man erinnere sich seines Gesprächs mit Schiller nach Schluß einer Naturforscherversammlung in Jena. Goethe entwickelt seine Gedanken über die Urpflanze und zeichnet „mit mancherlei charakteristischen Federstrichen eine symbolische Pflanze" vor Schillers Augen. Er erhält von Schiller zur Antwort: „Das ist keine Erfahrung, das ist eine Idee". Darüber verwundert erwiderte Goethe: „Das kann mir sehr lieb sein, wenn ich Ideen habe ohne es zu wissen und sie sogar mit Augen sehe." Und er war ganz unglücklich, als Schiller des weiteren erklärte: „Wie kann jemals eine Erfahrung gegeben werden, die einer Idee angemessen sein sollte. Denn darin besteht das Eigentümliche der letzteren, daß ihr niemals eine Erfahrung kongruieren könne." Schärfer läßt sich wohl kaum die Gegensätzlichkeit zweier Weltanschauungen formulieren. Für Schiller, den eifrigen Schüler Kants, gab es zwei Quellen der Erkenntnis, das Reich der Erfahrung, des raum-zeitlichen Geschehens, und das Reich der Ideen, einer höheren Wirklichkeit, die der Vernunft sich erschließt. Einen solchen Unterschied gibt es für Goethe nicht. Er weiß nur von einer Quelle, der Erfahrungswelt, die von der Ideenwelt durchdrungen ist. — Die Philosophie seiner Zeit vermochte Goethe nicht über das wahre Verhältnis von Idee und Erfahrung aufzuklären. Er war auf sich selbst angewiesen. Der einzige Philosoph, der immer eine friedliche Wirkung auf ihn ausgeübt hat, war Spinoza. Und zwar deshalb, weil dieser die Welt als eine große Einheit betrachtet, die mit Notwendigkeit die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen aus sich hervorgehen läßt. Immer jedoch, wenn er sich auf den Inhalt dieser Lehre einließ, empfand er das Unbefriedigende derselben. „Denke man aber nicht, daß ich seine (Spinozas) Schriften hätte unterschreiben und mich dazu buchstäblich bekennen mögen." — In diesem Streben nach Naturerkenntnis kam ihm seine künstlerische Natur zu Hilfe.

Italien, mit seinen herrlichen Kunstschätzen, brachte ihm den Schlüssel zur Lösung des Rätsels; hier fand er die geistige Atmosphäre, die seine Erkenntnisorgane reifen ließ, jene Organe, mit denen er später in das Wesen der organischen Bildungen einzudringen suchte. Unermüdlich spürt er den Triebkräften nach, die dem echten Kunstwerk zugrunde liegen, und begeistert schreibt er beim Anblick von besonders vollkommenen Kunstschöpfungen die Worte nieder: „Die hohen Kunstwerke sind zugleich als die höchsten Naturwerke von Menschen nach wahren und natürlichen Gesetzen hervorgebracht worden. Alles Willkürliche, Eingebildete fällt zusammen; da ist Notwendigkeit, da ist Gott!" Diese Naturnotwendigkeit glaubt er am schönsten an den griechischen Kunstwerken zu erkennen: „Ich habe die Vermutung, daß die Griechen nach den Gesetzen versuchen, nach welchen die Natur selbst verfährt und denen ich auf der Spur bin". Die künstlerische Natur Goethes war es, die ihm die Einsicht in das richtige Verhältnis von Idee und Erfahrung brachte. Er erkennt, daß es die Idee ist, die in innigem Bunde mit der Materie das objektiv Schöne hervorbringt. In den „Ideen" Platos glaubt er das wiederzufinden, was als Schöpferisches aus den Kunstwerken herausblickt und das der Mensch als Ewiges, Göttliches verehrt. Und was ihm das Kunstwerk entgegenbrachte, das suchte er auch in der Natur. Er suchte nach der in der Mannigfaltigkeit sich manifestierenden Idee, weil er fand, daß dem Kunstwerk dieselbe Gesetzmäßigkeit innewohnt, wie dem Naturwerk. Wie Ideelles und Materielles sich im Kunstwerk durchdringen, so auch im Naturwerk. Und das Schaffen des Künstlers scheint ihm wesensverwandt zu sein mit dem Schaffen der Natur. Im Künstler wirkt auf höherer Stufe die den Naturdingen zugrunde liegende Gesetzmäßigkeit: „Indem der Mensch

auf den Gipfel der Natur gestellt ist, so sieht er sich wieder als eine ganze Natur an, die in sich abermals einen Gipfel hervorzubringen hat. Dazu steigert er sich, indem er sich mit allen Vollkommenheiten und Tugenden durchdringt, Wahl, Ordnung, Harmonie und Bedeutung aufruft, und sich endlich zur Produktion des Kunstwerks erhebt." — Was die Philosophie Goethe nicht zu geben vermochte, das offenbart ihm die Kunst. In ihr findet er das, wodurch sein Erkenntnisdrang Befriedigung finden konnte.

Alles wissenschaftliche Streben zielt letzten Endes darauf hin, die Kluft zwischen Menschen-Ich und Natur zu überwinden. Ist das Band geknüpft, so ist der Erkenntnisdrang befriedigt. Wie der Künstler im Anschauen des Schönen sein Sehnen stillt, so der Wissenschafter im Erleben der Idee. Durch die Sinne erhält der Mensch Kunde von den Dingen der Sinneswelt, in der Betätigung der Vernunft spricht sich deren ideelle Seite aus. Beides, Wahrnehmung und Begriff, Erfahrung und Idee gehört zusammen; in ihrer Vereinigung liegt Wirklichkeit. Goethes Erkenntnisweise beruht darauf, daß „die Geistesaugen mit den Augen des Leibes in stetem lebendigem Bunde zu wirken haben, weil man sonst in Gefahr gerät, zu sehen und doch vorbeizusehen". Es ist im Sinne Goethes, das Wesen der Erkenntnis in der Synthese von Anschauung und Begriff zu suchen. Was sich im Anschauen eines Naturobjekts den Sinnen darbietet, ist nur die eine Hälfte der Wirklichkeit, die andere Hälfte, der Begriff, die Idee, leuchtet im Denken auf. Diese offenbar einzig mögliche Methode liegt aber unbewußt allem exakten Forschen zugrunde.

Das Denken als Form stellt die Beziehungen zwischen Ich und Natur her. Das unmittelbar Gegebene, die Sinneswahrnehmung, stellt sich dem Denken gegenüber und wird so zum Problem der Naturwissenschaft. Dieses unmittelbar Gegebene ist chaotisch und bleibt so lange Problem, bis es völlig von Begriffen durchdrungen ist. Im Begriff wird die Trennung von Wahrnehmung und Denken aufgehoben. Das Ziel der naturwissenschaftlichen Erkenntnis besteht darin, im Denken die der Wahrnehmung entsprechenden Begriffe aufzufinden und zu zeigen, wie dieselben den Erscheinungen der Sinneswelt zugrunde liegen.

So glaube ich in Goethes Betrachtungsweise die erkenntnistheoretischen Grundlagen für die Methode der Naturwissenschaft gefunden zu haben. Eine solche Denkweise kennt keine Grenzen des Erkennens und muß jede Metaphysik prinzipiell zurückweisen. Eine Weltanschauung, die außer Wahrnehmung und Begriff noch „Dinge an sich" als Träger der Erscheinungen sucht, muß vom Goetheschen Standpunkt aus abgelehnt werden; daher auch der scharfe Gegensatz zu Kant, der bei Goethe immer wieder begegnet: „Der Eingang (der Kritik der reinen Vernunft) war es, der mir gefiel, ins Labyrinth selbst konnte ich mich nicht wagen: bald hinderte mich die Dichtungsgabe, bald der Menschenverstand und ich fühlte mich nirgends gebessert". Kant und die von ihm beeinflußte neuere Philosophie sprechen dem Menschengeiste die Fähigkeit ab, in das Wesen der Dinge einzudringen, weil sie im Denken nur eine subjektive Tätigkeit erblicken, die nur ein abstraktes Bild von der Wirklichkeit entwerfen kann. Für sie ist der Begriff eben ein „bloß Gedachtes". Für Goethe ist es der Repräsentant der in den Naturobjekten sich auswirkenden Idee. Er fühlte das lebendige Schaffen der Idee in seinem Innern, daher findet er auch den Weg zur Natur wieder zurück. Der Kreis zwischen Mensch und Natur schließt sich; was im Erleben der Idee als Subjektives erscheint, wird objektiv, das Objekt wird vom Subjekt völlig durchleuchtet. Man muß das Lebensvolle der Denktätigkeit durchschauen, um es als das gleichsam göttliche Gewand zu erkennen, in dem der ideelle Kern der Welt erscheint. Hätte Kant die Natur des Denkens durchschaut, so wäre ihm die Identität des Begriffs mit dem „Ding an sich" aufgegangen. Goethe meint, der Grundirrtum Kants liege darin, daß dieser „das subjektive Erkenntnisvermögen selbst als Objekt betrachtet und den Punkt, wo subjektiv und objektiv zusammentreffen, zwar scharf aber nicht ganz richtig sondert". Diese Kluft zwischen Subjekt und Objekt muß bestehen bleiben, so lange man die Erkenntnistätigkeit als bloß subjektive ansieht, solange man nicht erkennt, daß es die Natur selbst ist, die im Menschen als diese Tätigkeit wirksam ist. Es ist dasselbe, was im Objekt als Gesetz, im Subjekt als Begriff erscheint. Der Gegensatz von subjektiv und objektiv wird aufgehoben, wenn man die in der Natur sich offenbarende Gesetzmäßigkeit als die im Menschengeiste aufleuchtende objektive Ideenwelt erkennt. Im denkenden Wahrnehmen baut sich der Mensch die Brücke, auf welcher der Spalt zwischen Erfahrung und Idee überbrückt wird. Im Vollziehen dieses Aktes wird das Erkenntnisbedürfnis befriedigt.

Jetzt können wir auch verstehen, was der Dichter mit dem Typus (Urtier und Urpflanze) gemeint hat. Seine Erkenntnismethode gibt uns das Licht mit auf dem Weg zum Wesen des Lebens. Wenn Kant der Philosoph des Anorganischen genannt werden kann, so öffnet Goethe das Auge für die Erkenntnis des Organismus. Seine Pflanzenmetamorphose liegt uns in allen Einzelheiten vor. Was er als das Verursachende derselben, als Typus bezeichnet, ist seine höchst eigene Entdeckung und hat nicht im entferntesten etwas zu tun mit der hypothetischen Urpflanze Häckels, auch wenn letzterer sich bei seinen diesbezüglichen Äußerungen auf Goethe beruft. Die Größe der Tat Goethes kann nur derjenige in vollem Maße würdigen, der versucht, die Ideen des Dichtersehers immer wieder in seinem Geiste lebendig zu machen. Goethes Typus ist keine Abstraktion, kein schattenhafter Begriff, sondern

die Idee eines Komplexes von Bildungsgesetzen, die als Ganzes, als Beharrendes im ewigen Wechsel der organischen Bildung sich äußern. Sie ist das Pflanzliche in der Pflanze (Urpflanze), das Tierische im Tier (Urtier), das dominierende Prinzip der onto- und philogenetischen Entwicklung. Was im Geiste des Menschen als Begriff erscheint, liegt reell dem Organismus als Wesentliches zugrunde, wirkt und webt im Objekte, ist überall anwesend, wo von Zellen die Rede ist. Eine Kraftgestalt von höchster, innerlicher Mobilität, voller Entwicklungsmöglichkeiten, die nur in Gedanken festzuhalten ist, aber in der Erscheinung Form und Gestalt annimmt. Überall wo von Lebendigem gesprochen werden kann, ist der Typus das schöpferische, konstitutive Prinzip.

Der Typus kann nicht auf dieselbe Weise begriffen werden, wie eine Erscheinung der anorganischen Natur. Man muß über das abstrakte mathematisch-kausale Urteilen hinausgehen und sich zu einer höheren Art des Anschauens erheben. Bei einem anorganischen Vorgang kommt es lediglich darauf an, das Verhältnis der einzelnen Phänomene zueinander aufzufinden; das Resultat des Zusammenschauens der Teile stellt sich dem Verstande dar als die Einheit des Begriffs. Anschauung und Begriff fordern einander, stehen jedoch in einem äußerlichen Verhältnis zueinander, weil der Begriff nicht in den einzelnen Gliedern der Erscheinungsreihe selbst, sondern nur in deren Bezug liegt. Die Einheit, der Begriff, drückt wohl das Verhältnis der sinnlich wahrnehmbaren Glieder aus, faßt dieselben summarisch zusammen, ist aber als Ganzes nicht in diesen zu finden; er bringt die Vorgänge eines Erscheinungskomplexes auf eine gemeinsame Formel. Er steht über oder außer ihnen. Die Erkenntnis anorganischer Vorgänge beruht darauf, daß deren Beziehungen durch Begriffe ausgedrückt werden.

Eine solche Methode versagt jedoch bei organischen Formen. Beim Organismus spielen die einzelnen Organe eine funktionelle Rolle, sie stehen nicht in einem äußerlichen, sondern einem innerlichen Verhältnis zueinander, erhalten Wesen und Bedeutung nur innerhalb des Ganzen. Das Ganze ist das Maßgebende; es setzt die Teile aus sich heraus, beherrscht sie. Das Verhältnis des Ganzen zu den Gliedern ist ein reelles geworden, der Begriff, die Einheit, das Ganze lebt nicht nur im Verstande, sondern bildet eine untrennbare Einheit mit dem Objekt, dessen Mannigfaltigkeit es aus sich selbst hervorbringt. Anschauung und Begriff fallen nicht mehr auseinander; der Begriff durchdringt die Anschauung, in der Anschauung offenbart sich der Begriff. Der Begriff wird als Idee selbst angeschaut. — Das Vermögen, das Wesen des Organismus zu erkennen nennt Goethe „anschauende Urteilskraft".

Kant bezeichnet das Denken, das den Begriff nur als das durch Abstraktion aus der Sinneswelt gewonnene analytische Allgemeine kennt, ein diskursives. Dieses Denken genügt für eine Erkenntnis der anorganischen Vorgänge, und deshalb konnte oben Kant auch der Philosoph des Anorganischen genannt werden. Die höhere Form der Anschauung, wodurch ein Organismus begriffen werden kann, ist die intuitive. Der intuitive Begriff entnimmt seinen Inhalt nicht der raum-zeitlichen Sinneswelt wie der Abstraktionsbegriff, sondern aus sich selbst. Er gestaltet sich, seinem ureigenen Wesen gemäß, aus sich selbst heraus. Das Ideelle, der Begriff, drückt nicht mehr ein anderes aus, ist nicht mehr bloß das aus einer Erscheinungsreihe abgezogene Allgemeinbild, er ist das diese Erscheinungsreihe bewirkende, muß daher als Primäres gesetzt werden; das Ideelle muß als solches begriffen werden. Jetzt können wir auch erkennen, warum in den anorganischen Naturwissenschaften das unmittelbar Gegebene durch Naturgesetze erklärt wird, während man bei den organischen vom Typus spricht. Das Naturgesetz steht über der Erscheinung, Anschauung und Begriff stehen im Verhältnis des Nebeneinander; beim Typus haben wir das Verhältnis des Nach- oder Ineinander, Ideelles und Reelles, Anschauung und Begriff sind zur Einheit geworden, die Vielheit geht hervor aus der Einheit.

Der Organismus zeigt in allen seinen Äußerungen Bewegung, Entwicklung, Gestaltung und Umgestaltung; Werden und Vergehen kreisen in ewigem Rhythmus. Er wird begriffen, wenn man in das Denken selbst jenes bewegliche Element aufnimmt, das die Begriffe ihrer Starrheit und Abstraktheit entkleidet, das sie innerlich lebendig und entwicklungsfähig macht. Goethe sagt einmal in seinen Sprüchen in Prosa: „Die Vernunft ist auf das Werdende, der Verstand auf das Gewordene angewiesen; jene bekümmert sich nicht: wozu? dieser fragt nicht: woher? — Sie erfreut sich am Entwickeln; er wünscht alles festzuhalten, damit er es nutzen könne", oder „die Vernunft hat nur über das Lebendige Herrschaft; die entstandene Welt, mit der sich die Geognosie abgibt, ist daher tot". Der Verstand zerlegt, trennt, isoliert, bildet sich Begriffe von den Dingen, sein eigentliches Gebiet ist das der Analyse; die Vernunft eint, bringt die vom Verstand isolierten Begriffe in Fluß und verbindet sie zu einem einheitlichen Bilde. Ihr Gebiet ist das der Synthese.

So erkennen wir im Typus jenes Prinzip, das mit Goethe eine „Entelechie" genannt werden kann. Dieses entelechische Prinzip bestimmt sich aus sich selbst, steht den Erscheinungen nicht als ein von ihnen Gesondertes gegenüber, sondern ruft dieselben aus sich selbst heraus ins Dasein. Beim Anschauen eines Organismus erlebt man ein sinnlich-übersinnliches; das Übersinnliche, die Entelechie, verbirgt sich nicht hinter dem Sinnlichen, sondern offenbart sinnlichwirklich seinen ganzen Inhalt. Was sich den Augen des Geistes, der Vernunft, als Ideelles erschließt, das nehmen die Augen des Leibes als Reelles beim Anschauen

des Organismus wahr. Sinnlich-Übersinnliches in steter Wechselwirkung, darin liegt das Geheimnis des Organischen.

„Natur hat weder Kern noch Schale,
Beides ist sie mit einem Male."

Nun ist auch zu begreifen, daß der Organismus als sinnlich wahrnehmbares Objekt wie jeder andere Körper den Einflüssen der Umwelt ausgesetzt ist und damit mehr oder weniger in deren Abhängigkeit gerät. Licht, Luft, Temperatur, Bodenbeschaffenheit, Reize physikalisch-chemischer Natur wirken auf ihn ein, insofern sie die Bedingungen darstellen, auf Grund welcher das entelechische Prinzip als Organismus in Raum und Zeit auftreten kann. Aber je nach Lage und Art des Auftretens einer organischen Form machen sich jene Bedingungen in verschiedenem Maße geltend. Die Ökologie stellt diese Verhältnisse im besonderen fest. Der Organismus kann nie so auftreten, wie er seinen Bildungsgesetzen gemäß sich entwickeln sollte, er erscheint nicht in seiner ureigenen Reinheit. Abstrahiert man nun von allen zufälligen Einflüssen, stellt man sich einen Organismus vor, der die in ihm liegende Gesetzmäßigkeit rein zum Ausdruck bringt, so muß ein solcher reeller sein als jeder besondere Organismus, man erhält die Idee des Urorganismus, den Typus.

Der Typus Goethes ist von der Entelechie Drieschs grundsätzlich verschieden. Driesch glaubt auf Grund seiner biologischen Studien, die ihm die Autonomie alles organischen Geschehens und die Unmöglichkeit einer mechanisch-kausalen Erklärungsweise zum Bewußtsein bringen, zu der Annahme einer Ganzheitskausalität, eine „Entelechie" berechtigt zu sein.[1]) Wohl ist für ihn die Entelechie die unsichtbare Ursache der onto- und philogenetischen Entwicklung, dasjenige was „ganz macht", was nicht im Raum wirkt, sondern in den Raum hinein, aber was er über das Wesen der Entelechie sagt, erinnert stark an die vitalistischen Anschauungen vergangener Zeiten; es bleibt blaß und abstrakt. Klar sieht Driesch die Grenzen der modernen naturwissenschaftlichen Vorstellungsweise, die Unmöglichkeit, mit dem herrschenden Vorstellungskreis dem Wesen des Lebens beizukommen, aber er zieht nicht die Konsequenzen für das Gebiet jenseits dieser Grenzen neue Erkenntniswege zu suchen. Gerade der Begriff der „Ganzheitskausalität" zeigt zur Evidenz das Versagen der mechanisch-kausalen Methode; mit ihm ist für das moderne wissenschaftliche Denken nichts anzufangen, ein solcher Begriff bleibt tot. Das charakteristische Moment der organischen Bildung, das innerlich-lebendigtätige Element bleibt einer mechanistischen wie vitalistischen Anschauung verborgen, weil für beide dieses Wesentliche bloß Begriff, bloße Definition ist. Driesch sieht nicht ein, daß ein Denken ausgebildet werden muß, für welches das Lebendige kein Totes, sondern ein Bewegliches, Schaffendes ist. Dieses intuitive Denken, im Gegensatz zum Diskursieren, hat Goethe im „Anschauen einer immer schaffenden Natur" ausgebildet, ein solches Denken pulsiert in seinen naturwissenschaftlichen Arbeiten.

Es ist eigentümlich, und vielleicht liegt darin für die Naturwissenschaften eine gewisse Tragik, daß Goethes Ideen, die an Klarheit des Ausdrucks und der Darstellung den sonstigen Schriften des Dichters keineswegs nachstehen, in der Folgezeit so wenig Verständnis gefunden haben. Das Gefühl für die Ideen ging mehr und mehr verloren. Die Philosophie geriet durch Kant in ein Netz, aus dem sie sich nur schwer wieder herausarbeitet. Erkenntnisgrenzen verschleierten der Menschenseele den Blick ins Reich der Ideen; ein einseitiges Sichverlieren ins Gegenständliche, Materielle war die Folge und so kam es, daß dieselbe Vorstellungsweise, durch welche die anorganischen Naturwissenschaften so glänzende äußere Erfolge erzielten, sich auch dem Problem des Lebens bemächtigte. Aufs schärfste bekämpfen sich die Vertreter des Mechanismus und Vitalismus, aber es ist ein Kampf gegen Windmühlen, solange man sich nicht auf jene Ebene emporarbeitet, auf der das Ideelle nicht ein schattenhaftes Dasein führt, sondern in seiner vollen, lebendurchpulsten Realität erlebt wird. Erst von dieser Warte aus ist ein Verständnis Goethes möglich. Erkennt man das wahre Verhältnis von Wahrnehmung und Begriff, von Idee und Wirklichkeit, dann öffnet sich wie von selbst das Tor ins Reich des Organischen. Goethe hat als erster diesen Schritt getan und das ist sein unsterbliches Verdienst. Seine Idee vom Typus führt hinein ins Zentrum organischer Bildung und Umbildung, und der Gedanke der Metamorphose wirft ein helles Licht auch auf das System der Naturwissenschaft. Seinen Ideen ist heute immer noch nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt worden, sonst hätte man schon längst einsehen müssen, daß die Frage, wie sie Möbius eingangs aufwirft, in dieser Form das Wesentliche der Goetheschen Auffassung gar nicht berührt.

Haben wir im vorstehenden versucht, uns sowohl von den erkenntnistheoretischen Grundlagen einer Goetheschen Weltanschauung als vom Typus in der Organik ein Bild zu machen, so dürfte es nicht schwer fallen die Ansichten Hansens und Möbius' ins richtige Licht zu stellen.

Hansen sieht ein, daß es sich um eine reelle Metamorphose handeln muß: „Ein Blatt gibt es in Wirklichkeit nicht, es gibt nur Laubblätter, Hochblätter, Blumenblätter, Kelchblätter, Fruchtblätter", jedoch die Ursache dieser Metamorphose bleibt ihm unbekannt: „Dafür, daß das Alte in neuer Form erscheint, sind wir gezwungen eine Ursache anzunehmen und da hier Beobachtung nicht möglich ist, nehmen wir vorläufig eine hypothetische Ursache an, die Metamorphose. Auf

[1]) Hans Driesch, Das Problem des Lebens. Vortrag, gehalten in Stuttgart am 29. März 1922.

diesem Standpunkt stehen Goethe, Goebel und andere Botaniker mit ihm".[1]) Wenn Hansen meint, Goethe seien diese metamorphosierenden Kräfte unbekannt geblieben, so irrt er sich. Für die Summe dieser Kräfte schuf er den Ausdruck „Urpflanze", worunter nur das verstanden werden kann, was oben entwickelt worden ist. Goethe führt, nachdem ihm der Begriff des Typus und im besonderen derjenige der Urpflanze aufgegangen war, die einzelnen Organe des Organismus auf ein Grundorgan zurück, nämlich auf das Blatt mit dem Knoten, an dem es sich entwickelt: „Es mag die Pflanze sprossen, blühen oder Früchte tragen, so sind es doch immer nur dieselbigen Organe, welche in vielfältigen Bestimmungen und unter oft veränderten Gestalten die Vorschrift der Natur erfüllen". Diese Identität der Pflanzenorgane untereinander und mit der ganzen Pflanze ist auch ausgedrückt in den Worten: „Es ist mir nämlich aufgegangen, daß in demjenigen Organ der Pflanze, welches wir als Blatt gewöhnlich anzusprechen pflegen, der wahre Proteus verborgen liege, der sich in allen Gestaltungen verstecken und offenbaren könne. Vorwärts und rückwärts ist die Pflanze immer nur Blatt, mit dem künftigen Keime unzertrennlich vereint, daß man eins ohne das andere nicht denken darf." Dem Bildungsprinzipe nach gleich, der Erscheinung nach verschieden schreitet die Pflanze bei der Organbildung von Stufe zu Stufe, den ewigen Rhythmus von Wachstum und Fortpflanzung offenbarend. Dieses Fortschreiten von Stufe zu Stufe, vom Samen über das Laubblatt, Kelchblatt, Blumenblatt usw. wiederum zur Samenbildung bezeichnet Goethe einmal als Fortschreiten auf einer geistigen Leiter. Im Samen ist der Möglichkeit nach die ganze Pflanze enthalten. Durch Ausdehnung und Zusammenziehung des Grundorgans, die, wie Kerner von Marilaun sich ausdrückt, in 3 Wellenbergen und 3 Wellentälern erfolgen, tritt das Ideelle, die Urpflanze sinnlich-übersinnlich in Erscheinung. In der stufenweise vom Samen bis zur Frucht sich vollziehenden reellen Metamorphose des Grundorgans lebt sich die Idee der Urpflanze aus. Gleichsam den Beweis liefernd für die Verwandlungsfähigkeit des Grundorgans, läßt die Pflanze unter entsprechenden Bedingungen anstatt eines Organs, das normalerweise an einem bestimmten Ort sich hätte bilden sollen, ein anderes hervorgehen, z. B. bei den gefüllten Tulpen oder Mohngewächsen, bei denen das Organ, das der Idee nach zum Staubblatt bestimmt war, zum Blumenblatt geworden ist. Bekanntlich diente Goethe zur Illustration seiner Urpflanze das Bryophyllum calycinum, das sich durch die leichte und massenhafte Knospenbildung in den Kerbstellen des Blattrandes auszeichnete.

So stellt sich dem unbefangenen Betrachter der Goetheschen Ideen das Wesen der Pflanzenmetamorphose dar. Hansens Standpunkt als Vertreter einer reellen Metamorphose ist verständlich. Mit innerer Konsequenz muß er daher die Ansicht Möbius' zurückweisen, weil „eine Metamorphose von Begriffen weder logisch noch erkenntnistheoretisch zu begründen ist, sondern nur zu scholastischen Kunststücken führen, die leicht ad absurdum zu führen sind".[1]) Aber auch Hansen bleibt das wahre Verhältnis von Begriff und Wirklichkeit und damit auch das Wesen der Metamorphose dunkel und muß es bleiben, solange man nicht erkennt, daß es die objektive, im Naturwalten tätige Ideenwelt selbst ist, die im Subjekt aufleuchtet.

Ebensowenig befriedigt die Auffassung von Möbius, weil er wie Hansen den Begriff nur in seiner Abstraktheit kennt und sich nicht erhebt zum intuitiven Begriff, zu der mit Schöpferkräften ausgestatteten lebendigen Idee, jener Entelechie (konstitutives Prinzip in der Pflanze), die Goethe am 6. September 1787 (italienische Reise) ein ἓν καὶ πᾶν (Ein und Alles) nannte. Er lehnt die reelle Metamorphose Hansens ab, begibt sich aber dadurch auf den Standpunkt, den Hansen mit Recht als „natürlichen Realismus bezeichnet, für den die Sachen so sind, wie sie scheinen. Für ihn ist ein Staubblatt schon in der Anlage ein Staubblatt, ein Karpell ein Karpell. Es gibt also keine Metamorphose der Blütenteile."[2]) Wenn demgegenüber Möbius behauptet, daß „die Bezeichnung ‚Blatt' dem Gesamtbegriff für eine Anzahl bisher als eigenartig unterschiedener Organe entspreche und Goethe damit der Trennung eine Einigung entgegensetzen wollte", so wäre damit das Verdienst Goethes nicht besonders groß, denn bälder oder später wäre die offizielle Wissenschaft kraft ihrer vollkommeneren Untersuchungsmethoden zu derselben Erkenntnis gekommen. Möbius bleibt auf halbem Wege stehen, weil er jene höhere Anschauungsweise nicht kennt, die im Begriff nicht nur ein „bloß Gedachtes" sondern das den Organismus durchsetzende wirksame Reale sieht. Dieselbe Ansicht, wie sie Möbius vertritt, findet man schon bei Julius Sachs, wenn er schreibt, Goethe übertrage „die vom Verstand vollzogene Abstraktion auf das Objekt selbst, indem er diesem eine Metamorphose zuschreibt, die sich im Grunde genommen nur in unserem Begriffe vollzogen hat".[3]) Ohne Zweifel wollte Goethe der Trennung eine Einigung entgegensetzen, dem Besonderen das Allgemeine; aber ein solches Allgemeine, das reell die ganze Stufenleiter der ontogenetischen Entwicklung hervorbringt. Eben weil Möbius der eigentliche Charakter von Goethes Urpflanze dunkel bleibt, sucht er die Ursache der Metamorphose in „besonderen Reizen, die wir freilich nicht immer mit Sicherheit bezeichnen können". Er meint „das käme ungefähr auf dasselbe hinaus,

[1]) Naturw. Wochenschr., 1921, Nr. 1.

[1]) Naturw. Wochenschr., 1921, Nr. 1.
[2]) Naturw. Wochenschr., 1921, Nr. 1.
[3]) Sachs, Geschichte der Botanik 1875, S. 169.

was Goethe über die Ursache der Metamorphose gesagt hat, daß nämlich die Veränderung der Säfte einmal zu einer Ausdehnung und einmal zu einer Zusammenziehung führe". Eine solche Auffassung stellt die Dinge auf den Kopf. Das Allgemeine, Primäre, Typische wird an die Stelle des Sekundären, Abgeleiteten gerückt, weil man das Hervorgehen der Teile aus dem Ganzen nicht vorstellen kann. Hier zeigt sich deutlich der Einfluß Kants. Bekanntlich spricht Kant dem Menschen die Fähigkeit ab in das Wesen des Organismus einzudringen, weil beim Organismus das Einzelne erst Bedeutung durchs Ganze erhält und Kant nur den durch Abstraktion aus der Sinneswelt gewonnenen Allgemeinbegriff kennt, nicht aber den Begriff als synthetische Einheit, als das die Besonderung bedingende Allgemeine. Die Verstandsbegriffe Kants reichen wohl aus zur Erklärung des Anorganischen, versagen aber in ihrer Anwendung aufs Organische. Der intuitive Begriff, dessen Inhalt auf sich selbst beruht, dessen Gehalt durch nichts anderes als durch sich selbst bestimmt ist, bleibt Kant unbekannt. Wenn Kant es ein „gewagtes Abenteuer der Vernunft" nennt, das Besondere aus dem Allgemeinen zu erklären, so glaubt Goethe dieses Abenteuer bestanden zu haben. Schreibt er doch in dem Aufsatz über „anschauende Urteilskraft": „Zwar scheint der Verfasser (Kant) hier auf einen göttlichen Verstand zu deuten, allein, wenn wir ja im Sittlichen, durch Glauben an Gott, Tugend und Unsterblichkeit uns in eine obere Region erheben und an das erste Wesen annähern sollen; so dürfte es wohl im Intellektuellen derselbe Fall sein, daß wir uns durch das Anschauen einer immer schaffenden Natur zur geistigen Teilnahme an ihren Produktionen würdig machten. Hatte ich doch erst unbewußt und aus innerem Trieb auf jenes Urbildliche, Typische rastlos gedrungen, war es mir sogar geglückt, eine naturgemäße Darstellung aufzubauen, so konnte mich nunmehr nichts weiter verhindern, das Abenteuer der Vernunft, wie es der Alte von Königsberg selbst nennt, mutig zu bestehen". Vermag man es, den Begriff sich in seiner ihm selbsteigenen, leben- und krafterfüllten, seiner intuitiven Form vorzustellen, dann hat man es nicht mehr nötig, nach „besonderen Reizen", etwa mechanischen oder physiologischen, zur Erklärung der Ausdehnung und Zusammenziehung zu suchen: Das Primäre, das konstitutive Prinzip ist es selbst, das durch Ausdehnung und Zusammenziehung die Metamorphose des Grundorgans von Stufe zu Stufe bewirkt. Wenn Goethe sagt, daß „ein oberer Knoten, indem er aus dem vorhergehenden entsteht und die Säfte mittelbar durch ihn empfängt, solche feiner und filtrierter erhalten, auch von der inzwischen geschehenen Einwirkung der Blätter genießen, sich selbst feiner ausbilden und seinen Blättern und Augen feinere Säfte zubringen müsse", so deutet er lediglich auf eine gewisse Abhängigkeit der sich nacheinander entwickelnden Organe von der Umwelt und voneinander, insofern z. B. die Wurzel als den Nährstoffen am nächsten, diese in veränderter Form dem Stengel und den Blättern zukommen läßt und letztere wiederum verfeinert den Blütenteilen. Von einem durch den Saftstrom verursachten Reiz kann keine Rede sein. Man muß eben diese Dinge in dem ihnen von Goethe beigelegten Sinn auffassen und sie werden verständlich.

So wären wir denn dabei angelangt, uns ein Urteil bilden zu können über das, was von den beiden eingangs gekennzeichneten Auffassungen der Metamorphosenlehre Goethes zu halten ist. Beide kranken an der Abstraktheit ihrer Begriffe, an dem Unvermögen, die Idee als jenes objektiv Reale anzusehen, das als wirksame Entität sich durch die gesamte Organismenwelt hindurchzieht. Beide treten mit gebundener Marschroute ihren Weg an. Sie vermögen nicht den Weg zu finden, der aus dem Begriffslabyrinth derzeitiger Denkweise herausführt zum Verständnis des großartigen, kristallklaren Gedankenaufbaus, den nur der Genius eines Goethe in seiner „Metamorphose der Pflanzen" der Nachwelt zu liefern imstande war. Die Welt der Erscheinungen als eine Manifestation der Idee zu betrachten, das ist der Grundgedanke jener Lehre. Nimmermehr hätte der Dichter sich in jahrzehntelanger Arbeit mit Einzelstudien beschäftigt, wenn es ihm möglich gewesen wäre, sich aus den wissenschaftlichen Forschungsergebnissen seiner Zeit ein Weltbild aufzubauen, das seine aufs Ganze gerichtete Natur befriedigt hätte. Er mußte ins Reich der Einzelheiten herabsteigen. Aber was er da gefunden hatte, was erst einmal durch seine Vorstellung gegangen ist, das trägt das Gepräge seines umfassenden Geistes. Das ist es, was ihm als Dichter unsere Herzen so freudig entgegenschlagen läßt. Wer sich vorurteilsfrei in die Persönlichkeit und Schaffensart Goethes vertieft, der empfindet auch die befriedigende Grundstimmung, die aus solcher Beschäftigung fließt. Goethe sagt einmal: „Wer meine Schriften und mein Wesen überhaupt verstehen gelernt, wird doch bekennen müssen, daß er eine gewisse innere Freiheit gewonnen." [1] Wie Goethes dichterische Erzeugnisse nur aus dem Ganzen seiner Persönlichkeit zu beurteilen sind, so auch das, was er auf naturwissenschaftlichem Gebiet geleistet hat. Mögen diese Zeilen zu solchem Verständnis beitragen.

[1] Unterhaltungen mit dem Kanzler „von Müller" 5. Jan. 1831.

Bücherbesprechungen.

Bölsche, Wilhelm, Weltblick. Neu bearbeitete Ausgabe. 13.—17. Tausend. 335 S. Dresden 1922, Carl Reißner. Geb. 65 M.

Der Meister der Popularisationskunst gibt uns in diesem Werke wieder eine erstaunliche Fülle gedankentiefer Exkurse auf die verschiedensten Gebiete. Seit 20 Jahren haben sie sich einen weiten Leserkreis erobert, um jetzt aufs neue wieder in durchgearbeiteter und ergänzter Form neue Freunde zu gewinnen. Es ist da nichts Anempfundenes, rein Lehrhaftes. Der ganze Mann steht selbst dahinter mit tiefschürfendem Studium und weitem „Weltblick" über nahe und fernste Gebiete der Naturforschung, Philosophie, Dichtung und Kunst. Man folgt den geistvollen Plaudereien, die sich uns so leicht geben und in denen doch die ernste Arbeit und die Erfahrung eines langen Lebens ruht, mit stetem Interesse. Die Kapitelüberschriften zeigen die Vielseitigkeit des Inhalts: „Das Starenlied", „Vom ewigen Weihnachtsfest", „Ob Naturforschung und Dichtung sich schaden?", „Das Unberechenbare in der Natur", „Die Flucht vor der Stadt", „Ein Becher Maiengeist", „Vom Religiösen in unserer Zeit", „Gedanken über die Schule", „Ein versteinertes Tier und ein lebendiger Gedanke", „Zur Geschichtsphilosophie des Bienenstaates", „Drachenmärchen und Drachenwahrheit", „Fünf Märchen des Lebens", „Ein Besuch bei unserem Fingertier". Ich persönlich empfinde das Kapitel über die Schule als nicht recht in den Rahmen des Ganzen passend, vielleicht weil ich allem Schulwesen stets fern gestanden habe. Würde die ausgezeichnete Abhandlung über die Drachen noch einmal als gesondertes Büchlein herausgegeben, aber mit sehr zahlreichen Illustrationen, so würde ihm ein außergewöhnlicher Erfolg m. E. sicher sein.

v. Buttel-Reepen.

Glafey, Hugo, Rohstoffe der Textilindustrie. 2. Aufl. (Wissenschaft und Bildung Bd. 62). 202 S. 8°, mit Abbildungen. Leipzig 1921, Quelle & Meyer, 10 M.

Der gelehrte Techniker behandelt in gemeinverständlicher Weise die natürlichen und künstlichen Rohstoffe der Textilindustrie. Den größten Umfang unter der ersten Gruppe beanspruchen neben Asbest (mineralischem) und Wolle, Seide, Federn (tierischem Rohstoff) die pflanzlichen Erzeugnisse, unter denen wiederum die Fasern den breitesten Raum einnehmen. Hier sind beispielsweise fast alle im Lauf der Kriegszeit genannten Pflanzenfasern (bisweilen ja zu Unrecht als technische „Fasern" bewertet) nach Herkommen und Verwendung aufgeführt. Das Urteil über viele ist dabei anscheinend noch zurückgehalten, was vielleicht dem Laien bisweilen eine übertriebene Schätzung dieser Bewertungen (und „Patente"!) eingeben kann. Immerhin wird er oft die hier endlich gebotene Möglichkeit, sich über diese Kriegsmitteilungen und in der Presse verbreiteten Angaben beim Fachmann unterrichten zu können, dankbar begrüßen. Auch naturwissenschaftlich ist dem Gegenstand im allgemeinen vom Verfasser Gerechtigkeit zuteil geworden, manches dabei ist jedenfalls auch von naturwissenschaftlicher Seite bisher nicht genauer angegeben. Für jeden behandelten Gegenstand sind Vorkommen, Erzeugung, Aufbereitung und auch Verarbeitung anschaulich berichtet, die Apparaturen dazu besonders erläutert und oft durch Abbildungen belegt. So kann das Buch auch für Laien zum Nachschlagen wie zum fesselnden Selbstunterricht, nicht zuletzt für den heutigen auf technisches Interesse rechnenden Lehrer der Naturwissenschaften empfohlen werden.

Prof. Dr. Fr. Tobler.

Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausgegeben von E. Abderhalden. Lfg. 62 (T. 3B, H. 1) und Lfg. 63 (T. 5A, H. 1). Berlin-Wien 1922, Urban und Schwarzenberg.

Von diesem allumfassenden Handbuche, an dem nicht weniger als 500 Fachmänner arbeiten, bringt die 62. Lieferung die Methodik der Exstirpation und Verpflanzung der Keimdrüsen, der Thymus, Thyreoidea, Milz und Nebenschilddrüsen nebst einer allgemeinen Technik der operativen Eingriffe an Tieren. (Bearbeiter: Katsch, Klose, Lampé und Gulecke.) Die Darstellung geht in alle Details und ist von so zahlreichen Abbildungen begleitet, daß jeder Zoologe und jeder Arzt sich mit ihrer Hilfe diesem Arbeitsgebiete zuwenden kann.

Eine ausgezeichnete Darstellung der Methoden der Muskel- und Nervenphysiologie beginnt mit der 63. Lieferung. (Mitarbeiter: Dittler, Jensen, v. Tschermak, Frhr. v. Weizsäcker, Zoth.) Von diesen sehr wertvollen Beiträgen dürften die meisten wohl nur für den Fachmann Interesse haben, mit Ausnahme der ergographischen und ergometrischen Methoden (Zoth), die auch für Turnlehrer, Schulmänner und Orthopäden von Wichtigkeit sein können. Brücke (Innsbruck).

Literatur.

Kleine Schriften zur Seelenforschung. Herausgegeben von Dr. med. Kronfeld, Theodor Friedrichs: Zur Psychologie der Hypnose und der Suggestion. 1. Heft. Stuttgart '22, Julius Püttmann.

Inhalt: Fr. Waaser, Grundsätzliches zu Goethes Metamorphosenlehre. S. 473. — **Bücherbesprechungen:** W. Bölsche, Weltblick. S. 480. H. Glafey, Rohstoffe der Textilindustrie. S. 480. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. S. 480. — **Literatur:** Liste. S. 480.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 3. September 1922. | Nummer 36.

Beiträge zur Relativität der Individuen.

II. Der Kampf der Teile im Hydrakörper.

Von Dr. **Wilh. Goetsch,** München.

[Nachdruck verboten.]

Mit 4 Abbildungen.

Im ersten Aufsatze über die Relativität biologischer Individuen konnte gezeigt werden, wie in einem normalen Lebewesen[1]) auf Grund seiner Organisation eine natürliche Vielseitigkeit herrschen kann, welche bewirkt, daß Einzelteile unabhängig voneinander reagieren und dadurch eine sinnlose Handlung zustande kommt. Die Selbständigkeit der Teile, die bei Seesternen schon in normalem Zustand zu beobachten ist, läßt sich bei anderen Tieren auf experimentellem Wege erreichen, d. h. man kann durch Eingriffe besonderer Art bewirken, daß Erscheinungen zustande kommen, welche denen der Echinodermen ähneln.

Als geeignete Objekte für derartige Versuche sollen uns zunächst die Hydren beschäftigen, die kleinen Süßwasserpolypen, die bei uns in Teichen und stillen Bächen vorkommen.

Eine solche Hydra ist einem doppelwandigen Schlauch zu vergleichen; innen haben wir das innere Blatt oder Entoderm, während der Körper nach außen abgeschlossen wird durch das Ektoderm (oder äußere Blatt). Am unteren Ende ist der Schlauch des Hydrakörpers geschlossen, und oben, an der einzigen Öffnung, befinden sich eine Anzahl Fangarme oder Tentakel (Abb. 1a). Die Organe sind bei diesem Tiere äußerst vereinfacht. Der innere Hohlraum wirkt als Magen und Darm zugleich, die Mundöffnung dient sowohl zur Aufnahme der Nahrung wie zum Auswurf unverdauter Stoffe. Die Bewegung des meist an einer Stelle angehefteten Tieres wird vermittelt durch Quer- und Längsmuskeln, und die Reizleitung erfolgt durch Nervenzellen, die überall im Körper verteilt sind und kein zentrales Organ bilden.

Diese Einfachheit der Organisation ist auch die Ursache, daß jeder Einzelkomplex des Hydra-Individuums eine große Selbständigkeit besitzt. Im normalen Tier merken wir das weniger, da auf Grund der rhythmischen Zusammenfassung alle Teile des Organismus zusammenwirken, indem jeder Abschnitt sich der Reaktion eines anderen nachahmend anschließt. Das wird jedoch anders, sobald wir durch experimentelle Eingriffe diese Harmonie stören.

Spaltet man beispielsweise einer Hydra den Kopfabschnitt durch eine Einkerbung in der Art der Abb. 1a, so gelingt es oftmals, zweiköpfige Tiere zu erzielen, da die Polypen auf Grund ihrer großen Regenerationsfähigkeit die Wunden bald schließen. Die Abb. 1b zeigt einen derartigen Fall. Einer normalen Hydra war durch einen Schnitt die Mundpartie — auch Peristom genannt — so zerteilt worden, daß von den 6 Fangarmen 3 rechts und 3 links stehen blieben. Im Laufe des Tages, an welchem diese Operation vorgenommen worden war, machte die Teilung noch weitere Fortschritte; der Spalt erweiterte sich und die Wunde wurde geschlossen.

Am dritten Tage danach begannen an jedem Teilabschnitt neue Tentakel hervorzuwachsen, und bald waren beide Hälften zu vollkommenen Köpfen geworden, die ganz normal funktionierten.

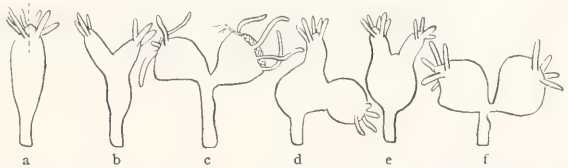


Abb. 1. Hydra, die durch einen Einschnitt zwischen den Fangarmen (a) doppelköpfig wird (b). In Abb. 1c haben beide Köpfe je eine Daphnie gefangen, der linke Kopf hat sie ganz verschlungen, während sie bei dem rechten noch teilweise herausschaut. Infolge des geringen Vorsprungs rutscht die Beute schneller in den gemeinsamen Magenraum (d), so daß die rechte Kopfhälfte den aufgenommenen Bissen nicht mehr hineinbefördern kann. In e gemeinsame Verdauung einer Daphnie, während in f jede Hälfte für sich die Nahrung aufgenommen hat.

Das zeigte sich besonders dann, wenn man dem Tiere Nahrung reichte. Hielt man jedem der beiden Köpfe eine kleine Daphnia, die bevorzugte Nahrung der Hydren, an die Tentakel, so begann sofort die Freßreaktion, und bald war das Beutestück rechts und links verschwunden.

Bei der Nahrungsaufnahme konnte es nun zu eigenartigen Erscheinungen kommen. Die beiden Köpfe machten sich nämlich stets Konkurrenz, und jeder suchte auch den Anteil des anderen mit zu erwischen. Besonders schlimm wurde es, wenn nur ein Beutetier gereicht wurde; dann konnte der Kampf so stark werden, daß kein Kopf richtig zum Fressen kam. Beide hinderten

[1]) W. Goetsch, Versuche mit Seesternen. Naturw. Wochenschr. Bd. 21, 1922, S. 201.

sich dauernd und ermüdeten schließlich so sehr, daß die Daphnie wieder frei wurde. Für den Beobachter muß ein solcher Konkurrenzkampf natürlich sehr sinnlos wirken, da es ja ganz gleichgültig ist, auf welcher Seite die Beute aufgenommen wird. Rutscht sie doch in jedem Fall in den gemeinsamen Magenraum, wo sie verdaut wird und dann allen Teilen zugute kommt. Biologisch betrachtet kann natürlich die Hydra gar nicht anders handeln; jeder Teil muß das leisten, wozu er bestimmt ist — und in normalen Verhältnissen ist es selbstverständlich nützlich, einem anderen Mund die Nahrung wegzunehmen.

Die Verhältnisse konnten aber noch komplizierter werden. Wurde jedem Kopf gleichzeitig eine Daphnia gereicht und die Konkurrenz damit eingeschränkt, so konnte es natürlich vorkommen, daß der eine Kopf etwas eher fertig wurde als der andere (Abb. 1 c). Der Bissen rutschte dann auch etwas früher in den Magenraum hinein — und die Folge davon war dann, daß der andere Kopf wieder nicht zu seinem Recht kam. Er mußte sich zwecklos bemühen, das aufgenommene Beutetier ins Innere zu befördern: die Konkurrenz war bereits da und hatte den Platz belegt, und der von dort aufgenommene Bissen versperrte die Passage (Abb. 1 d). Meist mußte dann der Kopf, der zu spät kam, die Beute wieder von sich geben, da sie der Druck der bereits im Innern befindlichen Nahrung wieder hinauspreßte. War das geschehen, so trat Frieden ein; die Daphnia konnte in die Mitte rutschen, und beide Konkurrenten gaben sich nun ihrer gemeinsamen Verdauung hin (Abb. 1 e). Nur wenn rechts und links ganz gleichmäßige Bedingungen herrschten, ging es ohne Kampf ab, so daß dann beide Tierhälften je einen Bissen vollkommen aufnehmen und für sich verdauen konnten (Abb. 1 f).

Vergleichen wir die Bilder der Abb. 1 e und f, so fällt uns sofort ein Unterschied auf: das eine (Abb. 1 e) gibt mehr den Eindruck eines einheitlichen Tieres, das zwar 2 Köpfe besitzt, während das andere (f) im Gegenteil so aussieht, als ob nur 2 Tiere unten verwachsen wären.

Und in der Tat war es für den Enderfolg des Experiments nicht gleichgültig, in welcher Weise Nahrung gereicht würde. Gab ich derartigen Hydren viel zu fressen, so bestand die Tendenz, die Kopfhälften zu vollständigen Tieren weiter zu entwickeln, indem die Durchschnürung sich nach unten hin ausdehnte; umgekehrt konnte nach und nach wieder eine vollständige Verschmelzung der getrennten Teile eintreten, wenn man solche Polypen hungern ließ. Es lag also bei solchen Spaltungsexperimenten in meiner Hand, den einen oder anderen Erfolg zu erzielen, es kam nur auf ein Plus oder Minus der Fütterung an; und darin konnte man nun einen wichtigen Hinweis auf die Ursachen sehen, welche den Kampf der Teile beeinflussen: Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von bildendem Material entscheidet es, ob bei einem solchen Kampf ein oder mehr Individualitäten gebildet werden.

Diese Tatsache konnte noch in anderer Weise gezeigt werden, nämlich bei der Fortpflanzung. Hydra vermehrt sich sowohl geschlechtlich durch Eier und Sperma wie ungeschlechtlich durch Knospung. Veranlaßt man nun eine Hydra, die der Fortpflanzung obliegt, zu gleichzeitiger Regeneration, so werden die Verhältnisse stark beeinflußt. Das Endresultat ist dann im allgemeinen bei der geschlechtlichen Vermehrungsart ein Überwiegen der Regenerationskräfte. Die Hoden und Ovarien entwickeln sich nicht weiter, sondern können wieder verschwinden; bei dem ungeschlechtlichen Teilungsmodus dagegen wachsen stets die Knospen weiter und die Regeneration kann unterdrückt und aufgehoben werden. Stets kommt es jedoch zunächst zu einem Kampf der Teile, und wenn aus irgendeinem Grunde der eine oder andere Abschnitt mehr bevorzugt wird, kann er dann die anderen beeinflussen.

Wie im einzelnen diese Erscheinungen vor sich gehen, ist an anderer Stelle ausführlicher beschrieben worden.[1]) Die Produkte der Keimdrüsen und diese selbst werden, sofern sie nicht schon zu weit differenziert sind, bei einer gleichzeitig einsetzenden Regeneration alle vom Entoderm übernommen, und die auf dem Wege einer gewissen Selbstverdauung gewonnene Nahrung dient dann dazu, die Elemente zu speisen, welche die Neubildung verloren gegangener Teile zu veranlassen haben.

Dabei kann es zu eigenartigen Erscheinungen kommen. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß die einzelnen Teile eines Hydrakörpers große Selbständigkeit besitzen. An Stellen nun, die durch die Einschmelzung von Hoden gut versorgt werden, entsteht ein Nahrungsüberschuß, der dann den in der Nähe befindlichen Zellen zunächst zugute kommt. Sie werden also im Wachstum und in der Vermehrung begünstigt, so daß gerade an diesen Stellen leicht Hervorwucherungen entstehen, aus denen dann Tentakel werden. Ich habe solche Umwandlungen von Hoden in Tentakel einige Male direkt verfolgen können, und in der Abb. 2 sind einige solche Fälle etwas chematisiert dargestellt; man kann daraus erkennen, daß auf diese Weise sogar Tentakel an Orten entstehen, an welchen normalerweise gar keine Fangarme zu finden sind (Abb. 2 e u. f).

Verursacht hier die gute Ernährung eines bestimmten Bezirks eine Hypertrophie, so kann im anderen Fall Materialknappheit ganz besondere Ausfallserscheinungen zeitigen. Ein Ovar, das schon eine gewisse Entwicklungshöhe erreicht hat, zieht alles Material so sehr an sich, daß an der Seite, an welcher es angetroffen wird, die Regeneration der Tentakel unterbleibt. Es

[1]) W. Goetsch, Neue Beobachtungen und Versuche an Hydren. Biolog. Zentralbl. Bd. 39 (1919), Bd. 39 (1920), Bd. 40 (1920).

kommen dann Bilder zustande, die der Abb. 4 ähneln. Und ebenso hemmt die wachsende Knospe in gewissen Fällen die Wiederherstellung des mütterlichen, durch einen Eingriff geschädigten Individuums so sehr, daß es sich nicht wieder erholen kann.

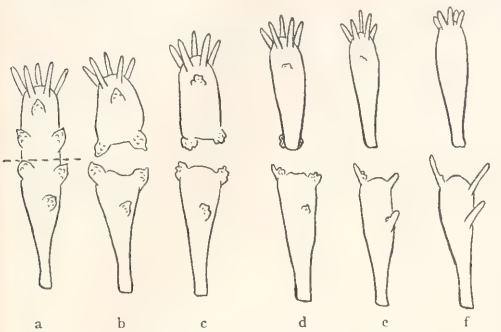


Abb. 2. Männliche Hydra mit 6 Hodenbläschen, die durch den Schnitt bei a nach und nach infolge der Regeneration resorbiert werden. Am unteren Teilstück Entstehung von Tentakeln an der Stelle, an der sich früher Hoden befanden.

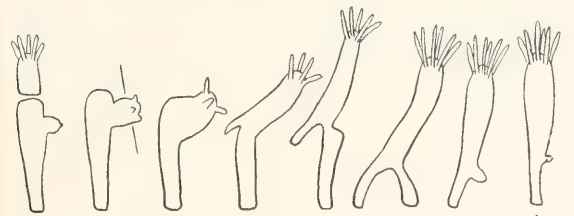


Abb. 3. Hydra mit Knospe, die infolge der Köpfung des Muttertieres nach und nach den Restkörper aufsaugt.

In Abb. 3 ist ein derartiger Fall dargestellt. Wir sehen nach Lostrennung des Kopfkomplexes bei einer Hydra nur die Knospe weiterwachsen, und Hand in Hand mit ihrem Größerwerden vermindert sich der noch verbleibende Teil des Muttertieres. Zunächst hat dieser Stumpf noch eine gewisse Selbständigkeit. Der Fuß, der von ihm noch vorhanden ist, bleibt funktionsfähig und kann sich an der Unterlage anheften (Abb. 3b—f). Wenn aber erst einmal die Knospe begonnen hat, ihrerseits ein Anheftungsorgan auszubilden (3d—h), nimmt diese Selbständigkeit, die noch geblieben, bald ein Ende. Bei Abb. 3f erfüllen beide Füße noch ihre Funktion, die Hydra ist doppelt am Boden verankert; dann aber wird der mütterliche Fuß nach und nach immer kleiner, so daß er schließlich nur noch als Anhängsel des neuen Individuums erscheint; und schließlich verschwindet er ganz und gar.

Diese hier beschriebenen Verhältnisse lassen sich indessen nur unter ganz bestimmten Bedingungen mit solcher Reinheit verfolgen, und ich glaube es gern, daß andere Beobachter mit geköpften, in Knospung befindlichen Hydren etwas andere Resultate erzielten. So schreibt beispielsweise Boecker,[1]) daß bei ihm in 26 Fällen die Knospen sich vom dekapitierten Muttertier loslösten, wobei in 7 Fällen der Mutterpolyp bereits Tentakelstümpfe gebildet hatte, bevor die Knospe sich von ihm trennte. Der letzte Passus scheint zu beweisen, daß in der Mehrzahl der Fälle auch bei Boecker eine Verzögerung der Regeneration, also ein Kampf um das Material, eingetreten war, und das ist es, worauf es uns hier ankommt. Da Boecker auch ältere Knospen zu seinen Versuchen verwandte, sowie die Muttertiere manchmal an Stellen köpfte, die der Knospungszone entfernter lagen, ist anzunehmen, daß es sich hierbei um solche Fälle handelte. Auch bei meinen Versuchen kam es zu einer völligen Aufsaugung des mütterlichen Restes nur dann, wenn die Hydra ganz nahe an der Knospungsstelle zerschnitten wurde und das junge, in Entstehung begriffene Individuum noch so materialarm ist, daß es alle vorhandenen Stoffe für seinen Aufbau verbraucht.

Vorbedingung für eine Aufsaugung ist daher auch, daß während der ganzen Zeit die Nahrungszufuhr von außen unterbunden wird. Geschieht dies nicht, so erhält die junge Knospe, sowie sie selbst zu fressen imstande ist, von dieser Seite genügend Material, und der mütterliche Stumpf gewinnt dann Zeit, die Regeneration zu beginnen, sofern er nicht zu materialarm ist.

Daß es nur eines kleinen Vorsprungs bedarf, um der Knospe das Vorrecht zu sichern, lehren die Experimente, bei denen auch die Knospe zur Regeneration veranlaßt wird. Schneidet man z. B. der Knospe ein Stückchen an der Spitze ab, wie es in Abb. 3b angedeutet ist, so hat sie den Vorteil, welcher in der bereits in Gang gekommenen Entwicklungsrichtung zu suchen ist, verloren und es beginnt der Kampf in voller Stärke. In solchen Fällen pflegt das Muttertier sofort zur Regeneration zu schreiten, während bei der Knospe die Weiterentwicklung an der Spitze gehemmt ist.

Die einmal eingeschlagene Wachstumstendenz wird nämlich zunächst beibehalten, und die geköpfte Knospe bildet durch Umbildung der unteren Zellpartien eine normale Fußscheibe aus. Erst dann beginnt die Regenerationskraft einzusetzen, und da hierzu Bildungsmaterial nötig ist, wird nun dem Muttertier Konkurrenz gemacht. Meist

[1]) E. Boecker, Regenerationsversuche an knospenden Hydren. Biolog. Zentralbl. 41, 1921.

ist es nun in diesem Fall der ältere Organismus, der die Vormacht an sich reißt. In der Zeit, in der die Knospe den Fuß weiter ausbildete, hat die Regeneration der Mutter bereits eingesetzt und damit ist ein Vorsprung erreicht, den das Tochtertier nicht mehr einholen kann. Es kann in extremen Fällen dann sogar vollkommen seine Individualität verlieren und zu einem unnützen Anhängsel der mütterlichen Hydra werden, wobei dann ähnliche Aufsaugungserscheinungen zu beobachten sind,[1]) wie wir es in Abb. 3 im umgekehrten Fall sahen.

Bei manchen meiner Experimente konnte es indessen zu noch komplizierteren Verhältnissen kommen. Es trat nämlich bei diesem Konkurrenzkampf, bei dem jeder einmal angelegte Teil seine Individualität zu vollenden oder herzustellen bemüht war, noch eine weitere Generation auf den Plan und machte Ansprüche an das vorhandene Material. Bei Hydren, die in regster Knospenbildung standen, wurden die Spitzen der ungeschlechtlichen Fortpflanzungsprodukte entfernt. Darauf regenerierten in manchen Fällen weder die Mutter, die ebenfalls zur Regeneration veranlaßt wurde, noch die Tochterknospe, sondern es traten an den Stümpfen der zweiten Generation neue Knospenhöcker auf, die vermutlich in der Anlage schon vorhanden waren, als ich das Experiment begann. Diese dritte, kräftige und ungehemmte Generation riß nun das Material an sich, und sie ließ den Knospenstümpfen, denen sie aufsaß, nur so wenig Material, daß diese oft nur einen einzigen Fangarm auszubilden vermochten oder überhaupt tentakellos bleiben mußten. Auch die erste Generation konnte in ihrer Wiederherstellung gehindert sein, und bildete beispielsweise bei dem Versuch, welcher der Abb. 4 zugrunde lag, auf der Seite keine Fangarme aus, auf welcher die Nachkommenschaft die Bildungsstoff verbrauchte.

Abb. 4. Knospende Hydra; nach Entfernung der Kopfteile bei Mutter und Knospe hat sich eine neue Knospengeneration gebildet, die das Material so an sich reißt, daß die Knospe nur einen einzigen Tentakel bilden konnte. Auch die Regeneration des Muttertieres ist gehemmt, es werden nur rechts 3 kleine Tentakel gebildet.

Kann man ein Gebilde, wie es die Knospe in Abb. 4 darstellt, eigentlich noch als wirkliches Individuum auffassen? Das ist eine Zwischenfrage, die ich hier stellen möchte. Ein selbständiges Leben läßt sich Knospen, die derartig in ihrer Entwicklung gehemmt sind, doch nicht mehr zusprechen. Individuelle Funktionen wie Nahrungsaufnahme usw. kommen ihr nicht mehr zu; sie dient lediglich einer nachfolgenden Generation als Stütze und Ausgangspunkt. Wir haben hier einen Fall vor uns, der wie so viele andere es äußerst schwer macht, zu entscheiden, wo das eine Individuum anfängt und das andere aufhört. Der Individualbegriff ist eben nichts absolutes, es kommt immer darauf an, was für einen Ausgangspunkt oder „Bezugskörper" man ihm zugrunde legt.

Bei den nächsten Verwandten unserer Hydren, den im Meere lebenden Polypenstöckchen, gehören derartige Gebilde, die nur den Durchgangskörper für eine neue Generation bilden, zum normalen Entwicklungszyklus; sie werden dort mit den Namen Gonophoren, Blastostyle u. a. Bezeichnungen belegt, je nach den Funktionen, die sie zu erfüllen haben. Daß hier bei Hydra, wo wir sonst nichts Derartiges finden, solche Gebilde auf experimentellem Wege durch Entwicklungshemmung entstehen konnten, gibt einen Fingerzeig, wie diese Ausbildungen der marinen Hydrozoen entstanden sein mögen.

Bei Hydra ist die Ursache solcher Erscheinungen jedenfalls stets im Kampf um das Material zu suchen. Jeder Abschnitt sucht das zu vollenden, wozu er bestimmt ist. Die wachsende Knospe ist bestrebt, ihre Individualität auszubilden, und wenn sie selbst gehemmt ist, kann wieder ihre Nachkommenschaft sich soweit entwickeln, daß sie alles daran setzt, selbständig zu werden. Das Muttertier wiederum sucht mit Hilfe der Regenerationskraft die Einheit zu retten; und so tritt dann der Konkurrenzkampf ein, da ja alle Abschnitte noch miteinander in Zusammenhang stehen und trotz der Selbständigkeit doch die einzelnen Teile aufeinander angewiesen sind.

Während nun bei reichlich gefütterten Exemplaren dieser Kampf um das Material leicht befriedigt werden kann, kommt es bei hungernden Tieren zu einem Wettlauf der einzelnen Teile, bis irgendein Komplex sein Übergewicht geltend machen kann. Das dauert unter Umständen sehr lange, besonders bei gleichmäßiger Entwicklungsstufe der Komponenten; es kann sogar vorkommen, daß keinem der Teile der Sieg zukommt und dann alle aus Materialmangel zugrunde gehen. Meist tritt dann aber bald eine Regulation ein; das kräftigste Teilstück mit dem energischsten Wachstum vergrößert sich allein. Es nimmt zunächst alle vorhandenen Nahrungsmaterialien für sich in Anspruch und unterdrückt so die Weiterentwicklung an anderen Stellen. So gewinnt es nach und nach immer größere Selbständigkeit und ein immer größeres Übergewicht, so daß es auch die anderen, noch nicht soweit differenzierten Teile als Nahrungsreservoir benützt und einschmilzt. Nach anfänglichem Kampf der Teile untereinander wird dadurch bald ein Gleichgewichtszustand wiederhergestellt und aus dem vorhandenen Material nicht mehrere lebensunfähige Teilprodukte sondern eine einzige kräftige Individualitätseinheit geschaffen.

Anders als bei den Seesternen macht sich bei

[1]) Vgl. die Abbildungen im Biolog. Zentralblatt Bd. 40, 1920, S. 468.

den Hydren die Selbständigkeit der Teile bemerkbar. Im Zusammenhang miteinander wirken die Einzelabschnitte als Teile eines ganzen; erst wenn sie experimentell beeinflußt werden, zeigen sie ihre Aktivität und beweisen, daß sie selbständig zu leben vermögen. Jede aktive Potenz sucht dann die Macht an sich zu reißen und ein vollkommenes Individuum zu bilden. Bringt man dagegen herausgenommene Teilstücke wieder in den Zusammenhang mit anderen, so hört die Selbständigkeit und damit die Aktivität wieder auf. Dabei ist es dann ganz gleichgültig, ob man Teile zusammenfügt, die schon früher zusammengehörten oder nicht. Wie bereits Wetzel[1]) zeigen konnte, lassen sich auch Abschnitte verschiedener Exemplare zur Verwachsung bringen, und ich selbst konnte neuerdings an verschiedenfarbigen Hydren nachweisen,[1]) daß durch ein Pfropfen von grünen Teilen auf weiße oder braune Stücke die Regeneration nicht nur aufgehoben wurde, sondern auch ein Zusammenwachsen zu einer vollständigen Einheit möglich ist.

Wie bei solchem Austausch ganzer Tierhälften die Individualität der so entstandenen neuen Tiere beurteilt werden muß, ist natürlich niemals mit Sicherheit anzugeben; wieder ein Zeichen dafür, daß der Begriff „Individuum" nichts absolutes sein kann.

[1]) Wetzel, S., Transplantationsversuche mit Hydren. Arch. mikroskop. Anatomie, 45 u. 52, 1895 u. 98.

[1]) W. Goetsch, Eine neue Symbiose bei Süßwasserpolypen. Sitz.-Ber. der Ges. f. Morphologie und Physiologie. München 1921.

— —, Hermaphroditismus und Gonochorismus bei Hydrozoen. Zoolog. Anzeiger, Bd. 54 u. 55.

Über den Einfluß der Erdumdrehung auf den Bau von Flußbetten.

[Nachdruck verboten.]

Von **L. Henkel.**

Der vorstehende Gegenstand gilt bei der großen Mehrzahl der Geographen und Geologen für abgetan durch den Vortrag von Prof. Zöppritz auf dem 2. Deutschen Geographentag im Jahre 1882 „Über den angeblichen Einfluß der Erdrotation auf die Gestaltung von Flußbetten". Die Ausführungen von Zöppritz in diesem Vortrag richten sich gegen einen Satz von K. E. v. Baer,[1]) der sich kurz in folgende Worte fassen läßt: „Ein Fluß auf der Nordhalbkugel greift sein rechtes Ufer stärker an als das linke. Auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt." Zöppritz sagt: Der Theorie nach muß in der Tat die Erdrotation einen solchen Einfluß ausüben. Ein jedes bewegte Wasserteilchen erhält durch die Erdrotation eine Beschleunigung gegen rechts. Da das Bett die Wasserteilchen eines Flusses hindert dieser Beschleunigung zu folgen, so üben sie einen stetigen Druck gegen das rechte Ufer aus. Die Beschleunigung beträgt

$$p = 2\omega \cdot v \sin\beta.$$

Hier ist ω die Größe der Erddrehung in einer Sekunde, also $\frac{2\pi}{86\,164}$, v die Stromgeschwindigkeit, β die geographische Breite.

Die Beschleunigung gegen rechts bewirkt eine Ablenkung der Schwerkraft und dadurch ein Ansteigen des Wasserspiegels gegen die rechte Seite. Diese Ablenkung der Schwerkraft beträgt aber, wenn man für v den schon ziemlich hochgegriffenen Wert von 2 m nimmt, im höchsten Falle nur 6,15 Winkelsekunden, die dadurch bewirkte Erhebung des Wasserspiegels am rechten Ufer bei einem Fluß von 1000 m Breite nur 3 cm. Dieser Betrag aber, so schließt Zöppritz, ist so geringfügig, daß er keine irgend bemerkbare Wirkung auf die Gestalt der Flußbetten ausüben kann.[1]) Die von Baer an den sibirischen Flüssen beobachtete Tatsache, daß das rechte Ufer durchweg steil, das linke flach ist, muß also auf anderen Gründen beruhen. „Zu suchen sind sie sicherlich in den das ganze Jahr hindurch dort vorherrschenden Westwinden, welche den östlichen Uferrand stärker mit Wellen peitschen und abbröckeln."

Zu dem letzten Satz von Zöppritz ist nun zunächst zu bemerken, daß er tatsächlich vollkommen unrichtig ist, wenn er auch vierzig Jahre lang unwidersprochen geblieben ist. Es ist eben eine psychologische Tatsache, daß gegen eine Behauptung, die mit der nötigen Sicherheit und vor allem unter Gebrauch des bestimmten Artikels vorgetragen wird („die das ganze Jahr hindurch vorherrschenden Westwinde"), sich so leicht niemand hervorwagt. Wie z. B. Tafel X in Supans Physischer Erdkunde zeigt, herrschen in Sibirien keineswegs das ganze Jahr hindurch Westwinde, vielmehr im Sommer, auf den es allein ankommt, Nordwinde. Die Windrichtung im Winter, wo die sehr zusammengeschwundenen Flüsse von dicker Eisdecke geschlossen sind, ist natürlich ohne Einfluß.

Ferner aber ist die Untersuchung von Zöppritz überhaupt auf ein falsches Geleis geraten und ganz am Ziele vorbeigegangen. Baer spricht von dem Einfluß der Erdrotation auf die seitliche

[1]) Über ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung der Flußbetten. Bull. de l'acad. de St. Pétersbourg 1860.

[1]) Der gleiche Gedankengang, nur mit Zugrundelegung anderer Zahlen, findet sich schon früher bei E. Dunker (Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1875). Dieser bestreitet überhaupt, daß ein Unterschied des rechten und linken Ufers in Baers Sinne festzustellen sei, wobei er sich auf einige Beispiele aus Kurhessen stützt.

Erosion der Flüsse, Zöppritz spricht von der winzigen Schrägstellung des Wasserspiegels, die durch die Erdrotation hervorgerufen wird, d. h. von etwas ganz anderem.

Mathematische Formeln sind gut, nur muß man aus ihnen die richtigen Folgerungen ziehen. Die Formel $p = 2v\omega \cdot \sin\beta$ ist natürlich unfehlbar richtig. Aus ihr folgt für $v = 1$ m, $\beta = 50^0$, der Wert $p = 0{,}0112$ cm. Neben dieser seitlichen Ablenkung wirkt auf die Wasserteilchen, und zwar als hauptsächliche Kraft, eine Komponente der Schwerkraft, aber keineswegs die ganze Schwerkraft. Jedes Teilchen erhält daher in der Gefällsrichtung nicht die Beschleunigung $g = 980$ cm, wie ein frei fallender Körper, sondern nach der Formel für den Fall auf der schiefen Ebene die Beschleunigung

$$g' = g \sin\alpha,$$

wo α der Neigungswinkel des Flußbettes ist. Nun ist der Winkel α bei allen größeren Flüssen bekanntlich recht klein. Selbst bei einem Gefälle von 5 m auf 1 km, wie es an Gebirgsbächen herrscht, z. B. an der Schwarza abwärts von Schwarzburg, beträgt α nur 0^0 1 r', g' ist dann 4,866 cm. Bei 0,25 m Gefälle auf 1 km (Elbe bei Pirna) ist $g' = 0{,}3020$ cm, bei 0,13 m Gefälle (Elbe unterhalb der Havelmündung) 0,1274 cm, bei 0,05 m (unterer Oxus) 0,0490 cm, bei 0,03 m Gefälle (Wolga bei Saratow) 0,0294 cm. Die Beschleunigung g' kommt vom Gefälle des Flusses her, die Beschleunigung p von der Wirkung der Erdumdrehung. Die obigen Zahlen lehren uns daher: Die Wirkung der Erdrotation ist, wenn die Strömungsgeschwindigkeit 1 m beträgt, an der Schwarza $^1/_{437}$ von der Wirkung des Gefälles, an der Elbe bei Pirna $^1/_{22}$, an der unteren Elbe $^1/_{11}$, am unteren Oxus ungefähr $^1/_5$, an der Wolga bei Saratow $^2/_5$; oder mit anderen Worten:

Die Wirkung der Erdrotation ist bei Flüssen von geringem Gefälle sehr bedeutend, nimmt aber mit wachsendem Gefälle rasch ab und wird bei Gebirgsflüssen unmerklich gering. (Übrigens hatte Baer selbst schon ausgesprochen, daß bei kleinen Flüssen keine Wirkung der Erdrotation zu bemerken sei, was in der Praxis sich großenteils mit dem eben Gesagten deckt.)

Setzen wir die beiden auf die Wasserteilchen wirkenden Kräfte, Schwerkraftkomponente und Erdrotation, nach dem Parallelogramm der Kräfte zusammen, so ergibt sich (immer eine Strömungsgeschwindigkeit von 1 m vorausgesetzt): Die Erdrotation sucht die Wasserteilchen von der Gefällsrichtung abzulenken an der Schwarza um 0^0 8', an der Elbe bei Pirna um $2^1/_2{}^0$, an der unteren Elbe um $5^3/_4{}^0$, am unteren Oxus um 12^0, an der Wolga bei Saratow um 21^0!

Übrigens ist die ablenkende Wirkung der Erdrotation durch die bisher betrachteten Erscheinungen noch nicht erschöpft.

Zu der Rechtsablenkung, die auf jeden bewegten Körper auf der Erde ohne Rücksicht auf seine Bewegungsrichtung gleich stark wirkt, weil er seine Richtung im Raume beibehält, während die Linien auf der Erdoberfläche ihre Lage im Raume infolge der Rotation ändern, kommt nämlich noch eine zweite Art der Ablenkung, wenn er bei seiner Bewegung seine geographische Breite ändert.

Diese Ablenkung beruht darauf, daß ein auf einen anderen Parallelkreis versetzter Körper seine Flächengeschwindigkeit beibehält (d. h. die Fläche, die der Radius des Parallelkreises in der Sekunde bestreicht). Diese Ablenkung ist bei polwärts gerichteter Bewegung gegen Ost, bei äquatorwärts gerichteter Bewegung gegen West gerichtet. Wenn sich ein Körper unter der Breite φ mit der Geschwindigkeit v bewegt und seine Richtung mit dem Meridian den Winkel α bildet, so erhält er durch die Ostablenkung die Beschleunigung $q = v\omega \sin\varphi \cdot \cos\alpha$.[1])

[1]) Diese Formel ergibt sich folgendermaßen:

Es seien ϱ und ϱ' die Radien zweier unendlich benachbarter Parallelkreise mit der geographischen Breite φ und $\varphi' = \varphi + d\varphi$; c und c' seien die linearen Umdrehungsgeschwindigkeiten auf diesen Parallelkreisen. Bewegt sich nun der Körper von dem ersten dieser Kreise zum zweiten in der Zeit dt, so erhält er eine neue lineare Umdrehungsgeschwindigkeit x, so daß

$$\frac{\varrho c}{2} = \frac{\varrho' x}{2} \text{ ist,}$$

also

$$x = \frac{\varrho c}{\varrho'}.$$

Da $c = \varrho\omega$ ist, so ist

$$x = \frac{\varrho^2\omega}{\varrho'} = \frac{\omega \cdot r^2\cos^2\varphi}{r\cos(\varphi + d\varphi)} = \frac{r\omega\cos^2\varphi}{\cos(\varphi + d\varphi)}.$$

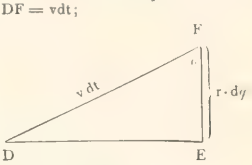
Der Zuwachs der linearen Umlaufsgeschwindigkeit in der Zeit dt ist also

$$x - c = \frac{r\omega\cos\varphi\,[\cos\varphi - \cos(\varphi + d\varphi)]}{\cos(\varphi + d\varphi)}$$

Der Zuwachs in einer Sekunde, d. h. die Beschleunigung, ist

$$q = \frac{x - c}{dt}.$$

Es ist aber der von dem Körper in der Zeit dt durchlaufene Weg $DF = vdt$;



der Abstand der Parallelkreise

$$EF = r\,d\varphi, \text{ daher}$$

$$vdt = \frac{r\,d\varphi}{\cos\alpha};$$

$$dt = \frac{r\,d\varphi}{v\cos\alpha};$$

folglich

$$q = \frac{v\omega\cdot\cos\alpha\cdot\cos\varphi\,[\cos\varphi - \cos(\varphi + d\varphi)]}{\cos(\varphi + d\varphi)\,d\varphi}$$

$$= v\omega\cdot\cos\alpha\left(-\frac{d\cos\varphi}{d\varphi}\right)$$

$$= v\omega\cdot\sin\varphi\cdot\cos\alpha$$

In den Lehrbüchern wird diese Wirkung der Erhaltung des Rotationsmoments, durch die ein Körper bei polwärts gerichteter Bewegung seine lineare Umdrehungsgeschwindigkeit

Die Ostablenkung bildet mit der Rechtsablenkung ebenfalls den Winkel α. In die Richtung der Rechtsablenkung fällt also eine Komponente der Ostablenkung. Die Größe dieser Komponente ist $q \cos\alpha = v\omega \sin\varphi \cdot \cos^2\alpha$. Die Gesamtbeschleunigung der Rechtsablenkung ist

also $$z = 2v\omega \cdot \sin\varphi \cdot (1 + \frac{1}{2}\cos^2\alpha).$$

Nur für $\alpha = 90^0$, also für die Bewegung im Parallelkreis, bleibt also $z = v\omega \sin\varphi$. Für jeden anderen Wert von α ist z größer und erhält für $\alpha = 0$ den größten Wert $3v\omega \sin\varphi$.

Von besonderer Bedeutung muß die Wirkung der Erdumdrehung auf die Verteilung der Stromgeschwindigkeit innerhalb des Flusses werden. Beide Arten der Ablenkung wachsen im selben Maß wie die Strömungsgeschwindigkeit. Die am raschesten bewegten Teile, die des „Stromstrichs", werden also auch am stärksten abgelenkt. Sie werden überdies sich wie ein Wall quer vor die langsamer fließenden Teile rechts von ihnen legen, sie aufstauen und zwingen, über sie selbst hin abzuströmen. Es wird also bewirkt, daß der am raschesten fließende Teil des Wassers gegen das rechte Ufer und zwar gegen seinen Fuß gedrängt wird und so um so stärker an dessen Zerstörung arbeitet.

Die Wirkung der gegen das rechte Ufer gerichteten zerstörenden Kraft auf die Geländeform wird einigermaßen von der vorhandenen Bodengestalt abhängig sein. Greift der Fluß ansteigendes Land an, so wird er auf der rechten Seite ein Steilufer erzeugen, dem ein flaches auf der linken Seite gegenübersteht. Fließt er aber in einer vollkommenen Ebene, so wird sich ein solcher Gegensatz nicht deutlich ausbilden können, obgleich die seitwärts drängende Kraft vielleicht gerade besonders stark wirkt.

Der Beobachtung bieten sich wichtige Aufgaben. Es wird sich darum handeln, festzustellen, wie groß das Gefälle werden kann, ohne daß der Einfluß der Erdrotation unmerklich wird. Wirkt eine andere Kraft, z. B. Winddruck, im selben Sinne wie die Erdrotation, so ist zu untersuchen, wie stark der Einfluß ist, der jeder von ihnen zukommt. Andererseits werden Fälle vorkommen, wo sich die Kräfte entgegenwirken, und dann gilt es, zu bestimmen, ob und inwieweit von einer ein Rest übrig bleibt. Dagegen wird man sich die Mühe sparen können, Beweise oder Gegenbeweise zu Baers Theorie an ungeeigneten Gegenständen führen zu wollen. Man widerlegt Baers Theorie nicht durch den Hinweis darauf, daß an der Bode oder an der Fulda bei Dittershausen oder an der Lahn bei Gisselberg das Steilufer auf der linken Seite liegt. Solche Tatsachen erklären sich jetzt zwanglos aus dem beträchtlichen Gefälle der genannten Flüsse.

Das klassische Gebiet für die Wirkung der Erdumdrehung auf die Gestaltung der Flußbetten ist Rußland und Westsibirien. Hier wirken alle Umstände zusammen, um den Einfluß der Erdrotation zur Geltung kommen zu lassen; geringes Gefälle, vorwiegend meridionaler Lauf, Boden von geringer Festigkeit, mächtiges Hochwasser, dazu starker Eisgang, der die seitliche Erosion gewaltig unterstützt. Hier herrscht wirklich „das Baersche Gesetz". Mit großartiger Regelmäßigkeit ist rechts vom Fluß die Bergseite, links die Wiesenseite ausgebildet. Zur Erklärung wird zwar die Wirkung der Winde angeführt, regelmäßig mit souveräner Nichtbeachtung der klimatologischen Tatsachen, wie in dem oben angeführten klassischen Beispiel. Diese Erklärung widerlegt sich aber von selbst durch die Tatsache, daß das Bergufer immer rechts liegt, mag der Strom nach Norden oder nach Süden fließen. Am schönsten ist dies zu sehen an dem schon von K. E. v. Baer angeführten Beispiel der Swijaga. Dieser Fluß kommt bei Simbirsk der Wolga schon so nahe, daß nur der schmale Rücken, auf dem diese Stadt steht, die beiden Flüsse trennt und man bei manchen Häusern das Spülwasser nach Gefallen zur Wolga wie zur Swijaga leiten kann. Dann aber wendet sich die Swijaga scharf nach Norden und mündet erst 160 km wolgaaufwärts in den Hauptfluß. Auf dieser ganzen Strecke hat jeder der beiden nebeneinander herströmenden Flüsse das Bergufer auf der rechten Seite, die Wolge also im Westen, die Swijaga im Osten. Es ist also ganz unmöglich, daß der Gegensatz von den Winden herrührt.

nicht bloß beibehält, sondern vermehrt, gewöhnlich nicht beachtet. Übrigens möchte ich ausdrücklich bemerken, daß sie für die Frage der Gültigkeit des Baerschen Gesetzes nicht von Bedeutung ist. Die steht auch schon fest, wenn man nur die einfache Rechtsablenkung in Betracht zieht.

Einzelberichte.

Die Verwertung der Mendelschen Spaltungsgesetze für die Deutung von Artbastarden.

Die Herkunft eines Bastardes genau zu ermitteln, stößt oft auf die größten Schwierigkeiten. Ich erinnere nur an die verschiedenen Stiefmütterchen und die vielen Rosenformen, die heutzutage unsere Gärten schmücken und von denen sich in vielen Fällen nur sagen läßt, daß sie hybriden Ursprungs sind, während sich über die Stammeltern nur Vermutungen anstellen lassen. Selbst durch künstliche Bestäubung der fraglichen Eltern hat sich die Herkunft mancher dieser Bastardformen nicht restlos aufklären lassen. R. Wettstein[1]) hat nun neuerdings gezeigt, wie man die

[1]) Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, XXIII. Bd., 1920.

Abstammung solch fragwürdiger Bastarde auch noch auf andere Weise ermitteln kann. Ausgehend von der gesicherten Beobachtungstatsache unserer Vererbungsforscher, daß bei reiner Fortzüchtung eines Bastardes unter günstigen Bedingungen auch die Stammeltern wieder erscheinen können, hat R. Wettstein versucht, die noch immer fraglichen Eltern unserer Gartenaurikel (*Primula hortensis*) auf experimentelle Weise festzustellen.

Zu diesem Zwecke wurde ein Exemplar von *Primula hortensis* mit drüsigen und in der Jugend etwas mehligen Blättern, sowie dunkelbraunrot gefärbter Blumenkrone mit gelbem Schlund abgesondert und mit eigenem Pollen bestäubt. Die aus den Samen dieser Stammpflanze im Laufe von einigen Jahren erzielten 75 Abkömmlinge zeigten in bezug auf Blütenfarbe, Behaarung und Bestäubung der Laubblätter die größte Mannigfaltigkeit. Wichtig waren in dieser vielgestaltigen Gesellschaft vor allem drei Exemplare, die von *Primula hirsuta* All. äußerlich nicht zu unterscheiden waren und außerdem noch ein Exemplar, das der schön goldgelb blühenden *Primula Auricula* L. wenigstens sehr nahe kam. Damit war die alte Streitfrage nach den Stammeltern unserer Gartenaurikel in einwandfreier Weise auch durch das Experiment gelöst und die schon von A. Kerner geäußerte Ansicht, nach der *Primula hortensis* von *P. pubescens* (= *P. hirsuta* × *Auricula*) abzuleiten ist, bestätigt. Zu bemerken wäre noch, daß nach R. Wettstein mehrere rein gezüchtete Rassen unserer Gartenaurikel wahrscheinlich erst sekundär durch Mutationen entstanden sein sollen.

E. Schalow (Breslau).

Boletus-Arten als Mykorrhizenpilze der Waldbäume.

Den Pilzsammlern war es längst aufgefallen, daß sich einige unserer höheren Pilze mit Vorliebe unter ganz bestimmten Baumarten finden. So sollte u. a. *Boletus elegans* Schum. nur unter Lärchen, *B. luteus* L. fast ausschließlich unter Kiefern und *B. Boudieri* Quel. nur unter Weimutskiefern vorkommen.[1]) Neuerdings ist es nun Elias Melin gelungen, das Zusammenleben einiger *Boletus*-Arten mit den Wurzeln bestimmter Waldbäume durch Versuche einwandsfrei zu erweisen.[2])

Melin war von der Beschäftigung mit unseren Mykorrhizenpilzen ausgegangen. Dabei war es ihm möglich gewesen, drei echte Mykorrhizenpilze der Kiefer zu isolieren, die er *Mycelium Radicis silvestris* α, β, γ nannte. Bei der Fichte konnte er nur eine Form (*Mycelium Radicis Abietis*) feststellen. Da diese Pilze in den Reinkulturen weder Konidien noch Fruchtkörper entwickelten, konnte ihre systematische Stellung nicht sicher entschieden werden. Melin versuchte nun auf andere Weise die Mykorrhizenpilze genauer zu bestimmen. Die Beobachtungen der Pilzsammler brachten ihn auf den Gedanken, daß vielleicht einige dieser bekannten Waldpilze zur Mykorrhizabildung beitragen. Durch genaue Versuche wurden nun diese längst vermuteten Zusammenhänge nachgeprüft. Zu diesem Zwecke stellte M. zunächst Reinkulturen verschiedener *Boletus*-Arten her. Sodann wurden etwa 3 Monate alte, steril gezogene Kiefernpflänzchen mit dem Myzel von *Boletus luteus* geimpft. Dies geschah in der Weise, daß Myzel mit einer Platinnadel direkt auf die Stammbasis der kleinen, in Kölbchen gezogenen Kiefern gebracht wurde. Das Myzel bildete sich zu einer typischen Mykorrhiza aus. Damit war der erste sichere Nachweis erbracht, daß *Boletus luteus* an der Mykorrhizabildung beteiligt ist. Impfversuche desselben Pilzes auf Fichte führten vorläufig noch zu keinem klaren Ergebnis. Dagegen veranlaßte *Boletus elegans* auf den Wurzeln junger Lärchen (*Larix europaea*) recht deutliche Mykorrhizabildungen. Da dieser Pilz mit den Wurzeln von Kiefer und Fichte nicht zusammenlebte, ist er nach M. wahrscheinlich als obligater Lärchenpilz zu betrachten. Ob außer *Boletus*-Arten auch noch andere Humuspilze die gleiche Rolle im Haushalt unserer Wälder spielen, müssen weitere in Aussicht gestellte Untersuchungen lehren. E. Schalow (Breslau).

[1]) Vgl. hierzu auch die Beobachtungen einiger Pilzfreunde in der Zeitschrift: „Aus der Heimat" 1921, H. 11/12 u. 1922, H. 3.

[2]) Vgl. Elias Melin in Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1922, H. 3.

Neue Verdunstungsmessungen an Binnenseen.

Das alte Problem, den numerischen Wert der Verdunstung von einer Seeoberfläche völlig exakt zu bestimmen, das nach Forels Ansicht (Handb. der Seenkunde S. 48) für die Hydrologie von größter Bedeutung ist, war bisher trotz vielfacher Versuche auf diesem Gebiet ungelöst geblieben. Auf zwei Wegen konnte man zur Lösung desselben gelangen. Entweder stellte man die Größe aller Zu- und Abflüsse, die unmittelbar auf den See fallende Niederschlagsmenge und die Veränderung der Höhe des Seespiegels fest und bestimmt daraus durch eine sehr einfache Rechnung die Höhe der Verdunstung oder man bestimmte in einem Gefäß, in welchem das Wasser möglichst unter gleichen Bedingungen stand wie im See, die durch die Verdunstung entstehende Senkung des Wasserspiegels. Zweifellos ist theoretisch der erstere Weg der sicherere und vollkommenere, weil man auf ihm die Verdunstung in ihrer Gesamtheit erhält, während auf dem anderen immer nur die Verdunstung an einer bestimmten Stelle des Sees gemessen werden kann und man genötigt ist, da die Verdunstung an verschiedenen Stellen des Sees meist voneinander abweicht, an möglichst zahlreichen Punkten des Sees die Messung vorzunehmen. Praktisch führt aber der zuerst genannte Weg nur dann zu

einem sicheren Ziel, wenn man imstande ist, den gesamten Zu- und Abfluß eines Sees wirklich einwandfrei zu messen. Das ist aber nur dann möglich, wenn erstens ein unterirdischer Abfluß und Speisung des Sees ausgeschlossen ist und wenn die oberflächlichen Zuflußmengen der kleinen Zuflüsse so unbedeutend sind, daß sie gegenüber dem Hauptzufluß unbeschadet einer vernünftigen Genauigkeit vernachlässigt werden können. Diese Möglichkeit ist offenbar nur in außergewöhnlich trockenen Sommern gegeben und es ist daher begreiflich, daß J. Maurer-Zürich, der diesen Weg als erster — und einziger beschritten hat, für seine darauf bezüglichen Untersuchungen den ungewöhnlich trockenen Sommer des Jahres 1911 ausgesucht hatte.

Ob in diesem Fall auch die unterirdischen Zuflüsse vernachlässigt werden konnten, wie Maurer annimmt, oder ob dies nach der Meinung von Karl Fischer nicht möglich war, soll hier nicht näher erörtert werden,[1]) sicher ist aber, daß für die Seen des norddeutschen Flachlandes der Maurersche Weg ungangbar ist, wie dies auch bei vielen anderen Seen unzweifelhaft der Fall ist, und daß wir dann daher genötigt sind, das zweite Verfahren der Verdunstungsgröße eines stehenden Gewässers trotz aller nicht wegzuleugnenden Mängel einzuschlagen. Diese Mängel beruhen auf verschieden Umständen. Zunächst liefern eine oder wenige Meßstellen notwendigerweise kein für den ganzen See allgemein gültiges Resultat. Die Messungen an vielen Stellen auszuführen scheitert, abgesehen von anderen Gründen, schon an dem Kostenpunkt, der sogar dazu nötigt, die umständlicheren Messungen auf der Wasserfläche selbst durch die einfacher durchzuführenden am Ufer zu ersetzen. Sodann steht das Wasser in Meßgefäßen nicht unter denselben Bedingungen wie das freie Wasser, und es läßt sich also aus den Resultaten an denselben ohne weiteres kein sicherer Schluß auf die Verdunstung auf dem See ziehen und zwar wegen der großen Behinderung des Luftzutritts, der Verschiedenheit der Wassertemperatur im Gefäß und im See und endlich wegen der verschiedenen Wellenhöhe des Wassers hier und dort. Die letztgenannte Fehlerquelle möchte allerdings im allgemeinen als die unwesentlichste unter ihnen anzusehen sein. Es scheint nun der Landesanstalt für Gewässerkunde Norddeutschlands gelungen zu sein, innerhalb einer vieljährigen Beobachtungszeit am Grimnitzsee und zum Teil auch am Werbellinsee in der Uckermark Fehlerquellen, die aus der Aufstellung eines besonderen Meßgefäßes notwendig hervorgehen, zwar nicht beseitigt zu haben — dies liegt außerhalb des Bereichs der Möglichkeit — sie aber doch jetzt so meistern zu können, daß wir imstande sind, von der Verdunstung im Gefäß gewisse Rückschlüsse auf diejenige am See selbst zu ziehen und so deren wahre Größe kennen zu lernen. Ist dies aber der Fall, dann ist das eingangs dieser Zeilen aufgestellte Problem damit tatsächlich gelöst und die Aufstellung eines genauen Wasserhaushalts für einen See unter gewissen Kautelen wirklich möglich, der bisher nicht verwirklicht werden konnte.

Die darauf bezüglichen Untersuchungen waren im wesentlichen schon im Jahre 1914 beendigt und sollten nur noch durch einige über den Einfluß der Größe des Wassergefäßes auf die Verdunstungshöhe ergänzt werden als der Weltkrieg ausbrach und sowohl diese Untersuchungen als auch die Drucklegung des Berichtes verhinderte, der erst jetzt erfolgen konnte. Derselbe[1]) ist mit zahlreichen Tabellen und graphischen Darstellungen ausgestattet und legt Zeugnis ab von den überaus sorgfältig und vielseitig durchgeführten Beobachtungen und Berechnungen, welche zwar meines Erachtens nach nicht bis zur völligen Lösung des Problems geführt, es aber doch sehr wesentlich gefördert haben.

Ich übergehe die Aufzählung der vielen Vorsichtsmaßregeln, die getroffen wurden, um die Verdunstungsgröße des auf einem freischwimmenden aber verankerten Floß aufgestellten Verdunstungsgefäßes von 2000 qcm Fläche möglichst exakt festzustellen. Eine absolute Vollkommenheit konnte natürlich nicht erzielt werden schon wegen der atmosphärischen Erscheinungen, welche die Exaktheit der Beobachtungen im Floß stören müssen, aber es ist zuzugeben, daß, was erreichbar war, auch erreicht wurde. Da, wie bereits oben hervorgehoben, die Beobachtungen auf dem Wasser selbst ebenso kostspielig wie zeitraubend, wie unter Umständen auch recht unbequem sind, wurde schon bei Beginn der Beobachtungen auf die Möglichkeit Bedacht genommen, sie durch Beobachtungen an Gefäßen zu ersetzen, die am Ufer des Sees aufgestellt wurden, wie dies in gleicher Weise auch andernorts, z. B. auch am Pyhäjärvi in Finnland geschehen ist. Es darf von vornherein ausgesprochen werden, daß, sofern es sich nicht um die Verdunstungsgröße eines kleinen Zeitraums handelt, die ja praktisch von sehr geringer Bedeutung ist, sondern um diejenige längerer Zeiträume, diese Bemühungen von einem vollen Erfolg gekrönt wurden.

Die mittlere tägliche Verdunstung für die Sommer der Jahre 1908—1913 betrug in dem im Floß aufgestellten Gefäß 3,62, 3,18, 3,56, 4,35, 3,23 und 3,52 mm, wobei aber zu beachten ist, daß in den Jahren 1908 und 1909 nur in den Monaten Juli bis Oktober, in den übrigen Jahren dagegen von April bis Oktober gemessen wurde. Die Abweichung von den beiden am Ufer auf-

[1]) Siehe meinen Aufsatz: Über die Verdunstungsgröße freier Wasserflächen. Diese Zeitschr., N. F. Bd. 15, Nr. 32, 6. Aug. 1916.

[1]) Die Verdunstungsmessungen der Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde auf und an dem Grimnitzsee und am Werbellinsee bei Joachimsthal in der Uckermark von H. Bindemann. Jahrb. für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mitteil., Bd. 3, Nr. 3. Berlin 1921.

gestellten Meßgefäßen betrug im Mittel je 4, 16, 11, 17, 16, 30 %, war also recht erheblich und zwar ergab sich stets eine kleinere Verdunstung auf dem See selbst mit alleiniger Ausnahme des Jahres 1908, wo das eine Verdunstungsgefäß auf dem Lande einen größeren Betrag ergab. Im Mittel kann die Verdunstung während eines ganzen Jahres, wobei für die Wintermonate Beobachtungen an einem in einer englischen Hütte geschützt stehenden Wildschen Messer Verdunstungsmessungen ergänzungsweise angestellt wurden, für den Grimnitzsee auf 940 mm, für den Werbellinsee auf 660 mm, also auf 70 v. H. jener Menge veranschlagt werden. Da der Grimnitzsee sehr frei daliegt, seine Oberfläche daher den Winden besonders stark ausgesetzt ist, kann jenes Resultat für das norddeutsche Flachland als ein Maximum aufgefaßt werden. Der Werbellinsee wird, im Gegensatz zum Grimnitzsee, von hohen bewaldeten Ufern eingefaßt, seine Verdunstungsfähigkeit ist also eine wesentlich geringere.

Auf die einzelnen Monate verteilt sie sich folgendermaßen:

	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai
mm	38	30	27	29	44	60	121

	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.
mm	155	156	136	87	54.

Im Jahre 1911 erreichte die Verdunstung während der 6 Sommermonate (Mai—Okt.) eine Höhe von 870 mm, kam also der jährlichen im Mittel der Jahre 1908—1913 ziemlich gleich. Den höchsten Tageswert erreichte der 29. und 30. Juli mit zusammen 22 und der 4. Sept. mit fast 12 mm (!). Die Verdunstungshöhe im Landgefäß stieg am 3. Sept. sogar auf 14 mm.

Es hat sich gezeigt, daß, wenn die Messungen der Wasserwärme auf das Ufer beschränkt bleiben, keine ganz groben Fehler entstehen können, denn selbst wenn die Abweichung das ganze Jahr hindurch 1° C betrüge, so würde der dadurch entstehende Fehler noch nicht 3 v. H. der Jahresverdunstung betragen. Für genauere Mittelwerte für einzelne Monate oder noch längere Zeiträume bedarf es ferner weder in Hinsicht auf die Windstärke noch auf die Windrichtung einer Umrechnung der Beobachtungen am Ufer auf solche vom See aus. Dagegen ist die Wirkung der Luftfeuchtigkeit und der Wassertemperatur so erheblich, daß ihre tatsächliche Größe von Fall zu Fall in Rechnung gestellt werden muß. Beide Faktoren müssen zusammen behandelt werden, weil sie in einem gewissen natürlichen Zusammenhang untereinander stehen.

Die größere Verdunstung auf den Landgefäßen rührt im wesentlichen von der höheren Wassertemperatur und der stärkeren Sonnenstrahlung in ihnen her. Es gelang für die beiden Landgefäße wie für das Floßgefäß gesonderte Beziehungen zwischen der Verdunstung einerseits, der Wassertemperatur und dem Sättigungsfehlbetrag andererseits aufzustellen, wodurch jederzeit die Beobachtungen in einem dieser Gefäße mit denjenigen in den anderen verglichen werden können. Selbstverständlich hat auch die Höhe des Wasserstandes in den Maßgefäßen auf die Verdunstungshöhe einen sehr beträchtlichen Einfluß, dessen Größe aber recht schwierig zu ermitteln ist, weil er namentlich durch den Einfluß des Windes häufig überdeckt wird. Es stellte sich aber heraus, daß derselbe sich nur auf die Landgefäße bezieht, während die Verdunstung vom Floßgefäß von der Höhe des Wasserstandes in ihm sich als unabhängig herausgestellt hat. Allerdings hat dieser Satz die Voraussetzung, daß das Floßgefäß hoch gefüllt ist und daß die Wasserstandsschwankungen innerhalb verhältnismäßig enger Grenzen gehalten werden. Es rührt dies daher, daß das Wasser im Gefäß einfach als ein Teil des Seewassers anzusehen ist, so daß das Maß des Luftwechsels nahezu gar keine Rolle spielt, während bei den Landgefäßen die feuchteren Luftschichten bei jeder Luftbewegung teilweise durch trocknere aus der Umgebung ersetzt werden.

Was den Einfluß der Größe des Meßgefäßes auf die Verdunstungshöhe angeht, so wurden die hierauf bezüglichen Untersuchungen, wie oben hervorgehoben, durch den Weltkrieg im ganzen unterbrochen. Nur so viel konnte — entsprechend früherer Untersuchungen in Kalifornien — festgestellt werden, daß sie bei Vergrößerung der Wasseroberfläche von 2000 auf 4000 qcm ganz beträchtlich abnimmt, während sie bei einer Abnahme auf 1000 qcm beinahe unverändert erscheint, wahrscheinlich, weil der Einfluß des Randes des Gefäßes mit der Verdunstungsmöglichkeit mehr und mehr zunimmt, je kleiner die absolute Größe des Gefäßes ist. W. Halbfaß.

Über den Giftstoff der Kröte.

Nachdem bereits 1913 H. Wieland und Weil aus der Haut der einheimischen Kröte einen kristallisierten Stoff isolierten, der in naher Beziehung zu dem Giftstoff jener Tiere stand,[1]) ist es nunmehr Wieland und seinem Mitarbeiter R. Alles gelungen, den Giftstoff selbst zu gewinnen und seine chemische Konstitution wenigstens in groben Zügen sicher zu stellen.[2])

Zur Gewinnung des Giftstoffs wurden mehrere Tausend Krötenhäute mit Alkohol erschöpfend ausgezogen. Der so erhaltene Alkoholextrakt wurde unter Luftleere eingedampft und getrocknet. Der hinterbleibende Rückstand wurde durch Waschen mit Petroläther von Fett befreit. Hiernach wurde abermals mit absolutem Alkohol ausgelaugt. Wenn alsdann der Alkoholauszug mit Wasser versetzt wurde, so schied sich eine zuerst teigige, dann pulvrig werdende Masse ab, der durch eine kombinierte Behandlung bzw. Fällung

[1]) Berichte d. D. Chem. Gesellsch. 46, S. 3315, 1913.
[2]) Ebenda 55, S. 1789, 1922

mit Petroläther und Alkohol der Giftstoff entzogen werden konnte. Nach kurzem Stehen schieden sich farblose feinnadlige Kristalldrusen vom Schmelzpunkt 204/205° ab: sie stellen den ursprünglichen Giftstoff unserer einheimischen Kröte dar. Wieland gibt ihm den Namen Bufotoxin.

Bufotoxin hat die Zusammensetzung

$$C_{40}H_{62}O_{11}N_4,$$

ist also stickstoffhaltig. Es enthält eine Laktongruppe, eine Azetoxyl- und sicherlich zwei Hydroxylgruppen; daneben sind Korksäure $C_8H_{14}O_4$ und Arginin $C_6H_{14}O_2N_4$ als wichtige Spaltstücke des Bufotoxins erkannt und nachgewiesen worden. Auf diese Weise besteht ein gewisser Zusammenhang der Substanz mit den Eiweißstoffen einerseits, mit den Pflanzenstoffen andererseits. Bufotoxin ist in Wasser, Äther, Chloroform schwer löslich, dagegen sehr leicht löslich in Methylalkohol und in Pyridin. Diesen Löslichkeitsverhältnissen kommt aller Wahrscheinlichkeit nach eine hohe physiologische Bedeutung zu, denn das von Wieland seinerzeit isolierte Bruchstück des Bufotoxins, das gleichfalls giftige Bufotalin, ist im Gegensatz zu dem Stammkörper lipoidlöslich. Beide Stoffe sind auch in kleinsten Mengen kenntlich durch eine intensiv kirschrote Farbenreaktion, die sie mit konzentrierter Schwefelsäure und Essigsäureanhydrid geben und wodurch sie ihre Alkaloidnatur erkennen lassen.

Daß man es im Bufotoxin wirklich mit dem ursprünglichen Giftstoff unserer Kröten zu tun hat, wurde schließlich noch auf einem zweiten Wege bewiesen. 380 Kröten wurden mit einer Pinzette ohne scharfen Rand die Hautdrüsen, insbesondere die sogenannten Ohrdrüsen ausgedrückt. Wieland gewann auf diese Weise einen fast weißen Milchsaft, der alsbald nach der Isolierung im luftleeren Raum getrocknet wurde. Es hinterblieben schließlich 4 g einer harten glasigen Masse. Wurde diese Substanz mit Alkohol ausgezogen und im Auszug mit Gasolin vorsichtig gefällt, so kristallisierte endlich ein Stoff aus, der nach Schmelzpunkt und Eigenschaften sich als mit dem Bufotoxin identisch erwies. Diese Gewinnung aus den Drüsen unmittelbar läßt es als sicher erscheinen, daß das Bufotoxin der eigentliche Giftstoff ist, von dem das Bufotalin gewissermaßen ein „Genin" ist. Späteren Arbeiten muß die nähere Konstitutionsermittlung der Stoffe vorbehalten bleiben; indessen konnte bereits wahrscheinlich gemacht werden, daß der Giftstoff in naher Verwandtschaft zu den Gallenstoffen steht. H. Heller.

Bücherbesprechungen.

Klautke, P., Lehrer für Biologie an der Tung Chi Medizin- und Ingenieurschule für Chinesen in Wusung, Nutzpflanzen und Nutztiere Chinas. Mit zahlreichen Abbildungen. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1922.

Dieser in der Sammlung „Weltwirtschaftlicher Abhandlungen", herausgegeben von Prof. Dr. S. Berliner, als Band V erschienene Band muß jeden Naturfreund, besonders aber jeden China-Deutschen mit Freude und Genugtuung erfüllen, weil bis heute nur ganz wenige und einseitige Quellen vorhanden sind, aus denen der Neuankömmling in China Belehrung schöpfen könnte. Der Chinese selber kann in den meisten Fällen keine befriedigende Auskunft über Namen und Art der mannigfachen Gattungen erteilen. Die sehr wenigen Bücher sind entweder bloße trockene Pflanzenregister oder spezialisierte Beschreibungen eines ziemlich engen Gebiets. Vor allen Dingen waren sie bisher beinah durchweg in fremder Sprache abgefaßt, meistenteils lateinisch, englisch oder japanisch.

So entsprach ein deutsches Werk über diesen Gegenstand einem wirklichen Bedürfnis. Es will, wie der Verf. in der Vorrede sagt, „das Wissenswerte über Nutzpflanzen und Nutztiere Chinas übersichtlich und allgemeinverständlich zusammenstellen. In den Ausführungen ist deshalb das rein Naturwissenschaftliche auf das Notwendigste beschränkt worden. Das Hauptgewicht ist gelegt auf Kultur der Nutzpflanzen, auf die Zucht der Nutztiere, vor allen Dingen aber auf die Gewinnung der Rohprodukte und deren Verwertung für Handel und Industrie".

Das ist ein Hauptvorzug des Buches. Es dient zugleich der Biologie wie der Weltwirtschaft. Heute, wo schon die Sextaner in Deutschland sich über den Dollarkurs unterhalten, muß jedem Kinde bei uns die ungeheure Bedeutung der Rohprodukte für unsere Ernährung, unseren Handel und den Wiederaufbau des geknechteten Vaterlandes klar sein. Wer sich in diesem Sinne über Chinas Erzeugnisse und unsere wirtschaftlichen Beziehungen zu China unterrichten will, der möge Klautkes Buch aufschlagen. Er wird willkommene Belehrung erhalten, so über Teekultur, so über Seide und Reis, die alten „heiligen" Urprodukte Chinas. Er wird erfahren, wie Baumwolle und Sesam, Bataten und Erdnüsse gebaut werden, wo und wie man Rhabarber und Ingwer, Kampfer und Indigo pflanzt und verarbeitet, welche Tiere in China Häute, Felle, Wolle und Federn liefern. Und er wird an der Hand der jedem Ausfuhrartikel angefügten Statistiken der Jahre 1908—1913 sich ein Bild machen können von dem ungefähren Umfang der Produktion an pflanzlichen und tierischen Handelsprodukten.

So ist unser Buch eine seltene Vereinigung

von Wissenschaft und Praxis, und gerade in dieser Beziehung mustergültig. Denn bei aller Zurückhaltung spürt man wohltuend wissenschaftlichen Geist. Dabei ist es frei von jedem überflüssigen Ballast, in Sprache und Stil von hoch erfreulicher Klarheit und Knappheit (nur 160 Seiten) und mit ausgezeichneten Abbildungen, Zeichnungen wie Photographien, geschmückt. Der Band ist im Kriegsgefangenenlager in Japan entstanden, wo der Verf. sechs volle Jahre geschmachtet hat. Es ist fraglich, ob viele Angehörige anderer Nationen für ihr Vaterland so nützliche und wertvolle Arbeit geleistet haben wie die Tsingtau-Kämpfer während ihrer langen Haft.

Daher sei dies Werk mit Stolz, Freude und Dankbarkeit aufgenommen und jedem deutschen Naturfreunde und Nationalökonomen angelegentlich empfohlen. Marie du Bois-Reymond.

Stoklasa, Dr. J., Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen. 500 Seiten. 28 Abb. Jena 1922, Verlag von G. Fischer. 80 M.

Nach der herrschenden Ansicht gehört Aluminium nicht zu den biogenen Elementen, die zu einer normalen vollständigen Entwicklung der Pflanzen nötig sind. Soweit es in der Asche der Pflanzen festgestellt worden ist, soll es lediglich ein zufälliger, für den Aufbau und den Stoffwechsel der Pflanzen belangloser Bestandteil sein. Nur von einzelnen Forschern, zuerst von Malaguti und Durocher 1858 wurde dem Aluminium eine gewisse, nicht näher präzisierte physiologische Bedeutung zugeschrieben, und seit Molisch wissen wir, daß das Aluminium für die Färbung der Blüten der Hortensie von Bedeutung ist. Es ist das Verdienst des Verf., das hier vorliegende Problem in seiner ganzen Tragweite erkannt, nach allen Richtungen durchforscht und im wesentlichen gelöst zu haben.

Das oben genannte Werk stellt das Ergebnis vierzigjähriger Forscherarbeit dar und enthält eine Fülle von Beobachtungen und Versuchsergebnissen. Auch die gesamte einschlägige Literatur ist kritisch verarbeitet. Es ist natürlich nicht möglich, im Rahmen eines Referates eine erschöpfende Darstellung von dem reichen Inhalte des Werks zu geben. Ich muß mich darauf beschränken, die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammenzufassen.

Der Verf. beschäftigt sich zunächst mit der Verbreitung des Aluminiums. Sowohl in Mineralien und Gesteinen als auch im Ackerboden und in den natürlichen Wässern ist das Aluminium weit verbreitet. Es steht unter den an der Bildung der Erdkruste beteiligten Elementen mit 7,8 % an dritter Stelle.

Die bei der Entstehung der Ackererde mitwirkenden Mikroorganismen (Bakterien, Algen, Flechten, Moose) sind verhältnismäßig reich an Aluminium. Von den höheren Pflanzen enthalten namentlich die Hydrophyten und Hygrophilen, z. T. auch die Mesophyten mehr oder weniger reichlich Aluminium. Nur die Xerophyten sind daran arm.

Das Aluminium findet sich besonders im Wurzelsystem bzw. in den Wurzelstöcken, Rhizomen usw., ferner in bestimmten Blüten und Samen.

Auch im Tierreich, und zwar in den pigmentierten Körperteilen von Insekten, Vögeln und Säugetieren, ist das Aluminium verbreitet.

Durch umfangreiche Keimversuche stellt der Verf. fest, daß Aluminium in geringer Konzentration keimfördernd, in höherer Konzentration schädigend bzw. giftig wirkt. Ebenso verhält sich das Mangan. Wenn den Samen beide Elemente gleichzeitig geboten werden, so spielt das Aluminium die Rolle eines Schutzstoffes, d. h. die Giftwirkung des Mangans wird durch Zusatz von Aluminium paralysiert.

Einen breiten Raum nehmen die Versuche des Verf. über den Einfluß des Aluminiums auf die Entwicklung der Pflanzen ein. Auch hier haben geringe Konzentrationen einen günstigen Einfluß, während größere Konzentrationen schädigen. Hydrophyten und Hygrophilen vertragen eine stärkere Dosis Aluminium als Mesophyten, diese eine stärkere als die Xerophyten. Die Hydrophyten gedeihen ohne Aluminium nicht oder schlecht, die Mesophyten ohne Aluminium schlechter als mit Aluminium. Bei einigen Pflanzen wird die Blütenbildung durch Aluminium gefördert. Wenn Xerophyten in einer aluminiumreichen Nährlösung gezogen werden, tritt in den Wurzelzellen sehr bald Plasmolyse ein. Die Hydrophyten dagegen und ein Teil der Mesophyten nehmen das Aluminium auch bei verhältnismäßig hoher Konzentration ohne Schaden auf. Dabei verhalten sich die einzelnen Arten spezifisch verschieden. Es existiert also ein spezifisches quantitatives Wahlvermögen für Aluminium. — Schon daraus kann man schließen, daß die Aluminiumaufnahme für bestimmte Pflanzen ein physiologisches Bedürfnis ist.

Welche Bedeutung hat nun das Aluminium für den Stoffwechsel der Pflanzen, insbesondere der Hydrophyten? Wie bereits gesagt, wirkt Aluminium in bestimmten Konzentrationen günstig auf das Wachstum ein. Dieser günstige Einfluß zeigt sich besonders bei Gegenwart von Eisen in der Nährlösung. Geringe Mengen von Eisen sind bekanntlich für die Entwicklung der Pflanzen, namentlich für die Ausbildung des Chlorophylls, unentbehrlich; größere Mengen dagegen schädlich. Es tritt in diesem Falle in den Wurzelzellen Plasmolyse ein; außerdem scheiden sich auf den Wurzeln Eisenverbindungen ab, wodurch eine ganze Kette von Lebenserscheinungen gestört wird. Diese Giftwirkung des Eisens wird schon durch Zusatz ge-

ringer Mengen von Aluminium aufgehoben, es sei denn, daß in dem Nährmedium übermäßig viel Eisen vorhanden ist. Als Beispiel sei das Ergebnis eines Versuches mit Hafer genannt. Die Trockensubstanz von je 10 Pflanzen betrug bei einer aluminium- und eisenfreien Nährlösung 59,05 g, bei einer Nährlösung nur mit Aluminium 62,00 g, nur mit Eisen 56,04 g und bei Gegenwart von Eisen und Aluminium 70,13 g. Die entgiftende Wirkung des Aluminiums ist besonders für gewisse eisenreiche Böden (Humus-, Torf-, Moor- und Tonböden) von großer Bedeutung. Sie ermöglicht hier überhaupt erst die Existenz einer Vegetation.

Das Aluminium greift auch sonst regulierend in die Absorptions- und Austauschvorgänge ein, die sich an und in der Membran der Wurzelzellen abspielen. Das Aluminium lagert sich hier in die Zellulosemoleküle ein, vergrößert dadurch deren Quellungsvermögen, befördert und begünstigt die Wasseraufnahme und hindert andererseits das Eindringen größerer Mengen von Eisen, Mangan, auch Kalzium und Kalium. Stoklasa geht in diesem Zusammenhange ausführlich auf die Mechanik des Ionenaustausches ein und fördert hier neue und interessante Gesichtspunkte zutage.

Von großer Bedeutung ist ferner das Aluminium für die Farbstoffbildung bei gewissen roten, blauen und violetten Blüten. Wie bereits von Molisch festgestellt, kann man die rosaroten Blüten der Hortensie durch Zusatz von Aluminiumsalzen intensiv blau färben. Stoklasa fand, daß die ersteren 0,032 % Al_2O_3, die letzteren 0,592 % Al_2O_3 enthalten. Interessant sind die Versuche, die er mit Hyazinthen, Chrysanthemen und anderen Pflanzen anstellte. Überall erzielte er durch Aluminium eine viel intensivere Blütenfärbung, die sich auch als vererblich erwies. Bei *Papaver somniferum* gelang es ihm, durch dreijährige Kultur in aluminumreicher Nährlösung rosarote und weiße Blüten in sattrote und violette zu verändern, ebenso bei *Matthiola annua* mattrosa Blüten in schön violette, bei *Digitalis* gelbe in rote. Die bei Anwesenheit von Aluminium gezogenen Pflanzen enthielten in den Blüten stets mehr Aluminium. Der Einfluß des letzteren erklärt sich nach Stoklasa aus der Genese der Farbstoffe. Die Anthozyane entstehen durch Oxydation aus farblosen Chromogenen vermittels besonderer Enzyme (Oxydasen). Letztere enthalten stets Aluminium. Durch Zusatz von Aluminium wird also zunächst die Oxydasenbildung und dadurch indirekt die Farbstoffbildung begünstigt.

Einen besonderen Abschnitt widmet der Verfasser der Nährstoffscheu der Hydrophyten und Hygrophilen, besonders der Torfmoose. Diese sind empfindlich gegen alkalische Reaktion; Kalzium, Kalium, Phosphor wirken auf ihr Gedeihen ungünstig. Die Gegenwart von Aluminium hindert die Aufnahme größerer Mengen dieser Elemente wie auch des Eisens. Daher kommen *Sphagnum* namentlich auf solchen Böden vor, die im Untergrunde Aluminium enthalten. Ebenso wie andere torfbildende Hydrophyten nimmt es die biogenen Elemente vorwiegend in organischer Form oder als Bikarbonat auf.

Zum Schlusse gibt Stoklasa einen Überblick über die Entwicklung des Pflanzenkleides der Erde und beschäftigt sich hier vor allem mit der Karbonflora und der Entstehung der Kohlenflötze. Die für das Karbon charakteristische Sumpfvegetation verdankt ihre üppige Entwicklung den damals herrschenden optimalen Lebensbedingungen: Die Luft war reicher an Kohlensäure als heute, Luft und Boden radioaktiv, das Nährmedium reich an Aluminium, Eisen und Silizium, die von diesen Pflanzen in erster Linie benötigt werden. Für Kalzium, Kalium und Phosphor haben sie ein geringeres Bedürfnis. Größere Mengen davon wirken sogar giftig. Dementsprechend ist die Reinasche der Steinkohlen wie des Torfes reich an Aluminium, Eisen und Silizium, dagegen arm an Kalium und Phosphor. Das Aluminium hat hier wiederum die wichtige Aufgabe gehabt, die schädliche Wirkung des Eisens auszugleichen und die Aufnahme von Kalium und Phosphor zu hemmen.

Dr. F. Esmarch - Dresden.

Dannemann, Friedrich, Aus der Werkstatt großer Forscher. Allgemeinverständliche, erläuterte Abschnitte aus den Werken hervorragender Naturforscher aller Völker und Zeiten. 4. Aufl. Mit 70 Abb. XII, 442 S. Leipzig 1922, W. Engelmann. Geh. 75 M., geb. 115 M.

Seitdem Ernst Mach und Wilhelm Ostwald die Bedeutung historischer Studien für die aktuelle naturwissenschaftliche Forschung und besonders für ihre Lehre betont und durch eigene Werke gefördert haben, wobei Ostwald mit Recht darauf hinwies, daß es keine bessere Einführung in irgendeine Naturwissenschaft gäbe als das Studium der Abhandlungen ihrer großen Forscher, ist es neben Ostwalds „Klassikern" vor allem ein Verdienst des vorliegenden Buches, wenn diese Erkenntnis nunmehr bis zu einem gewissen Grade Allgemeingut geworden ist. Während Ostwalds Klassiker sich vorwiegend an den Forscher selbst wenden, ist Dannemanns Buch in erster Linie für den Schüler der oberen Klassen unserer höheren Schulen, den jungen Studenten, sowie auch für jeden, der seine sog. Allgemeinbildung im Gebiete der Naturwissenschaft fördern will, bestimmt. Daß unser Werk seine Aufgabe voll und ganz erfüllt, ist durch das Vorliegen der 4. Auflage in ausreichender Weise bewiesen. Die Auswahl aus den Klassikern ist mustergültig, alle Gebiete sind gleichmäßig berücksichtigt, Astronomie, Physik, Kosmologie, Physiologie wie auch Biologie im engeren Sinne

und Bakteriologie. Der Hunger nach naturwissenschaftlicher Erkenntnis soll ja auch in weiten Kreisen unseres Volkes sehr groß sein. Wohlan, man sorge für eine gründliche Verbreitung dieses Buches in möglichst vielen Volks- und Schulbüchereien, wie auch als Prämiengeschenk an fleißige und begabte Schüler an unseren Volks- und höheren Schulen. Es ist unvergleichlich viel mehr wert als das meiste von dem, was gemeinhin unter der Maske populärwissenschaftlicher Literatur segelt, die ja zumeist ihre Hauptaufgabe darin sieht, dem Leser in prickelnden blumigen Schilderungen und phantasievollen Geistreicheleien die allermodernsten Theorien zu schildern. Das ist Literatenliteratur statt echter Forschung, die allemal in bescheidenen, schlichten, von Erfahrung schweren Worten zu uns spricht. Eine wieviel bessere Vorstellung vom Wesen der theoretischen Physik erhält z. B. der Laie, der in Dannemanns Buch die Abschnitte aus Galilei und Newton, liest, als derjenige, der irgendeinen modernen populären Traktat über die Relativitätstheorie zu verdauen versucht, eine Lehre, die ihre volle Wahrheit und Schönheit doch nur demjenigen enthüllen kann, der über eine gehörige mathematische Bildung verfügt.

Besonders wertvoll ist Dannemanns Werk auch für die Gestaltung des an unseren höheren Schulen wieder auflebenden Unterrichts in philosophischer Propädeutik. Dieser Unterricht kann nur dann Erfolg haben, wenn er sorgsam anknüpft an die sog. Schulwissenschaften, an die mathematisch-naturwissenschaftlichen, wie an die philologisch-historischen Disziplinen, und versucht, den Schülern den geistigen Zusammenhang aller Wissenschaft klarzumachen und so den künftigen Philologen Respekt vor der geistigen Leistung, die in aller Naturwissenschaft enthalten ist, beizubringen, wie es andererseits den künftigen Naturwissenschaftlern gar nichts schaden kann, wenn sie den hohen Wert philologisch-historischer Schulung auch für die naturwissenschaftliche Forschung würdigen lernen. In diesem Sinne kann Dannemanns Buch sehr viel Gutes wirken, da sehr viele der in ihm vertretenen Aufsätze, z. B. die von Aristoteles, Newton, Kant u. a. unmittelbar die Brücke von der Naturwissenschaft zur Philosophie schlagen. Namentlich den Oberrealschulen, die an sich leicht zu dem banausen Gegenwartsoptimismus des „Wie herrlich weit haben wir es doch gebracht!" neigen, sei diese Bildungsmöglichkeit des Dannemannschen Buches ans Herz gelegt. Infolgedessen teilen wir auch durchaus nicht die von Dannemann geäußerte Befürchtung, gegen die er sich wehrt, sein Buch könne zu einer Art von Philologisierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts führen, halten vielmehr diese „Gefahr" für einen großen Vorzug des Buches und würden uns freuen, wenn das in der 5. Aufl. dadurch zum Ausdruck käme, daß die Quellenangaben in vielen Fällen nicht bloß etwas über die Ausgabe sagen, die Dannemann jeweils benutzt hat, sondern auch ein wenig auf die meist sehr interessante Geschichte der jeweiligen Originalausgaben eingehen. Das Zitieren und Berücksichtigen von Literatur, das heute bei Naturwissenschaftlern sehr oft zu wünschen übrig läßt, wird dadurch bei den kommenden Generationen sicher nicht schlechter werden.

Adolf Meyer (Hamburg).

Anregungen und Antworten.

Bemerkungen zu dem Aufsatz von C. v. Regel: „Über den Ursprung der Getreidearten" (Naturw. Wochenschr. N. F. XXI [1922], Nr. 24, S. 328—330).

Die Ausführungen des Verf.s, durch die er sich in seinem Referate über zwei russische Arbeiten (von N. Vavilow und Rob. Regel) in bewußten Gegensatz zu der in letzter Zeit herrschend gewordenen Auffassung stellt, dürften seitens der Fachgenossen nicht unwidersprochen bleiben; leider weilt freilich einer der Berufensten unter ihnen, Aug. Schulz, nicht mehr unter den Lebenden. Vorläufig sei an dieser Stelle nur in Kürze auf die Hauptschwäche der neuen Theorie aufmerksam gemacht. Nach Vavilow wäre als die Wildform des Roggens (*Secale cereale* L.) nicht das ausdauernde, mit einer brüchigen Ährenspindel versehene *S. montanum* Guss. zu betrachten, sondern eine mit der Kulturpflanze ziemlich identische Form (also offenbar einjährig und mit zäher Ährenspindel), die sich als wildwachsendes Unkraut in den Weizen- und Gerstenfeldern Südwestasiens findet, wo heute der Roggen nicht oder kaum angebaut wird; *S. montanum* wäre eine zwar nahestehende, aber selbständige Art. Diese Auffassung steht nun in schroffem Widerspruch zu den Resultaten der biologischen Betrachtungsweise des Problems der Entstehung der Kulturpflanzen. Die meisten neueren Forscher sind nämlich zu der Vorstellung gelangt,[1]) daß die Zähigkeit der Blütenstandsachsen, die in übereinstimmender Weise alle Kulturgräser gegenüber ihren Wildformen auszeichnet, eine vom Standpunkte der Pflanze unzweckmäßige und verhängnisvolle Eigentümlichkeit darstellt, die nur unter dem züchtenden Einfluß des Menschen entstehen konnte, während die auf solche Weise ihrer natürlichen Verbreitungsmittel beraubten Pflanzen in der freien Natur im Kampfe ums Dasein unterliegen würden und auf die Länge nicht lebensfähig wären. Wir brauchen dabei nicht notwendig an eine bewußte Auslese durch den züchtenden Menschen zu denken, sondern es ist, wie a. a. O. (1918) ausgeführt, auch eine unbewußte Selektion, die zum gleichen Endergebnis (der Erzielung zäher Blütenstandsachsen) führt, sehr wohl vorstellbar. Den besten Beweis hierfür erblicke ich in der bisher wohl kaum gewürdigten Tatsache, daß manche Ackerunkräuter ausgesprochene „Kulturpflanzenmerkmale" besitzen, d. h. Eigenschaften, durch die sie sich von ihren Verwandten der natürlichen oder halbnatürlichen Standorte in ganz analoger Weise unterscheiden wie die Kulturpflanzen von ihren Wildformen. Hitrovo[2]) hebt treffend hervor, daß die Unkräuter der zweiten (mittlern) Schicht des Getreideackers die Kulturpflanze bezüglich der

[1]) Vgl. z. B.: A. Thellung, Neuere Wege und Ziele der botanischen Systematik, erläutert am Beispiele unserer Getreidearten (Naturw. Wochenschr. N. F. XVII [1918], Nr. 32, 33 [speziell S. 453]).

[2]) Vladimir Hitrovo, Sur la voilure des organes de propagation des plantes messicoles de niveaux différents. Bull. f. angew. Bot. (Petersb.) V (1912), S. 103—138, russisch und französisch.

zeitlichen Entwicklungsphasen (Keimungs- und Blütezeit, Fruchtreife) und der Ausbildung der Verbreitungsorgane (z. B. des „Flugfähigkeitskoeffizienten" [coefficient de voilure]) in weitgehendem Maße nachahmen bzw. sich ihr angleichen. Es ist einleuchtend, daß durch diesen Angleichungsvorgang, der sich am besten auf dem Wege der — seitens des Menschen unbeabsichtigten — Auslese erklären läßt, die Unkräuter sich manche „Kulturpflanzenmerkmale" angeeignet haben. Von solchen seien genannt:

1. Einjährigwerden unter dem Einfluß der Kultur. Beispiel: das mediterrane, einjährige Kulturlandsunkraut *Phalaris brachystachys*, das sich im übrigen wenig von der ausdauernden und natürliche Standorte bewohnenden *Ph. truncata* unterscheidet.

2. Vergrößerung der Samen: z. B. bei dem Flachsunkraut *Camelina Alyssum* (dentata, linicola), im Interesse einer möglichst weitgehenden Angleichung an die Samen der Kulturpflanze (Erschwerung der Trennung des Unkrautsamens vom Leinsamen nach Zinger).

3. Verlust der natürlichen Schutzmittel, z. B. der Samen: weich- und dünnschalige Fruchtklappen bei *Camelina Alyssum* im Gegensatz zu den übrigen Formen der Gesamtart *C. sativa*.

4. Verlust der natürlichen Verbreitungsmittel der Samen: ungeflügelte Samen bei den getreidebewohnenden *Rhinanthus*-Sippen im Gegensatz zu den wiesenbewohnenden Parallelformen (nach Sterneck vielleicht durch Selektion bei der Reinigung des Getreidesaatgutes entstanden); zähe Ährchenachse und Neigung zur Verkümmerung der Grannen bei dem Getreideunkraut *Bromus secalinus* im Gegensatz zu dem sonst sehr ähnlichen, wiesenbewohnenden *B. pratensis* (commutatus); wenig sich öffnende und die Samen nicht ausstreuende, sondern als Ganzes mit dem Getreide verbreitete Kapselfrucht von *Agrostemma Githago*,[1]) die in dieser Hinsicht bereits an die vielsamigen Schließfrüchte gewisser Formen des Gartenmohns (*Papaver somniferum*) und des Dreschleins (*Linum usitatissimum* var. *vulgare*) erinnert.

5. Heimatlosigkeit: *Silene linicola*, *Cuscuta Epilinum*, die nur als Unkräuter in den Feldern des (wildwachsend unbekannten) angebauten Flachses angetroffen werden.

In den Rahmen dieser Betrachtungsweise fügt sich nun ausgezeichnet als neues Beispiel die Feststellung von Vavilow, daß in Südwestasien eine Roggenform mit zäher Ährenachse als Getreideunkraut auftritt. Daß diese Form in manchen Fällen als direktes Ausgangsmaterial für die Roggenkultur gedient haben mag, soll nicht in Abrede gestellt werden; unrichtig ist es aber nach meiner Meinung, diese offenbar unter dem unbeabsichtigten Kultureinfluß des Menschen abgeänderte Pflanze als eine eigentliche, von *Secale montanum* spezifisch verschiedene Wildform aufzufassen. Ebenso unwahrscheinlich ist für mich das von R. Regel angegebene Vorkommen einer wirklich wilden, sechszeiligen Gerstenform mit zäher Ährenspindel in Transkaukasien. Über die Frage der Abstammung des Hafers wird man erneut diskutieren können, wenn einmal über die von Vavilow angenommene Wildform positive Angaben vorhanden sein werden anstatt der heute einzig vorliegenden, ziemlich apodiktisch klingenden Behauptung, daß *Avena fatua* nicht die wilde Stammform der *A. sativa* sei.

Zur Vermeidung jeglicher Mißverständnisse hebe ich ausdrücklich hervor, daß ich die Beobachtungen der genannten russischen Forscher als äußerst wertvoll hoch schätze, daß ich aber den daraus gezogenen Schlußfolgerungen nicht beizupflichten vermag. A. Thellung (Zürich).

Über die Bedingungen der Blütenbildung bei Elodeen.

Im August 1917 berichtete ich zum ersten Male, daß die Blüten meiner kultivierten *Elodea densa* hinter den Angaben aller Diagnosen in der Größe nicht unerheblich zurückgeblieben seien. Meine Vermutungen, die sich auf anatomische und morphologische Untersuchungen stützten (worüber ich in Abh. Nat. Ver. Bremen Bd. XXIV, 1 p. 121—28 Aufschluß gab), bewegten sich in der Hauptsache dahin, daß die auffallende Kälte des Winters 1917 auf die Entwicklung der Kronblätter hemmend eingewirkt habe. Zur weiteren Nachprüfung war ich gezwungen, die Bedingungen zu finden, unter denen Blütenentwicklung erzielt wird. Da sie sicher von allgemeinerem Interesse für die Physiologie sowohl, als auch für die experimentelle Organographie sind, seien meine bisherigen Ergebnisse mitgeteilt. Etwas Abgeschlossenes zu liefern, erlaubt auch heute noch nicht der Stand unserer Kenntnisse.

In den Sommern 1918 und 1919 erhielt ich keine Blüten, auch 1920 nur ganz wenige. Nun habe ich — merkwürdigerweise wiederum nach einem ziemlich strengen und langen Winter — nach Überschlagen des vorigen Jahres jetzt zahlreiche Sprosse, zum Teil an verschiedenen Stellen, zur Bildung der Blütenstände anzuregen vermocht. Der Erfolg scheint also die von mir gegebenen Bedingungen als die richtigen zu erweisen.

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß zwischen vegetativem Wachstum und Blütenbildung ein gewisser Gegensatz besteht, der bei vielen Pflanzen auch in der normalen Entwicklung insofern hervortritt, als die Blütenbildung erst dann einzutreten pflegt, wenn die Periode des intensivsten vegetativen Wachstums vorüber ist. Das gilt nach Göbel (1908) sowohl für einjährige, als auch für ausdauernde Pflanzen, die vielfach auch schon durch die Verschiedenheit des Lebensalters, in dem die Blütenbildung bei verschiedenen Exemplaren derselben Art einzutreten pflegt, deren Abhängigkeit von äußeren Bedingungen zeigen.

Elodea gehört zu den Wasser- und Sumpfpflanzen, die im Wasser zwar ein ungemein üppiges vegetatives Wachstum entfalten, aber sehr selten Blüten hervorbringen (Göbel, 1893, S. 369). Allgemein erfordert die Blütenbildung eine höhere Lichtintensität als vegetatives Wachstum, so daß von vornherein für meine Kulturgefäße nur ein heller Standort in Frage kommen kann. Die geringere Größe der Kronblätter kann somit kaum auf verminderte Beleuchtung zurückgeführt werden (vgl. z. B. Vöchting, 1893, S. 149 seq.). Daß indessen die Blütenbildung nicht vom Licht allein abhängt, zeigen andere Erfahrungen der experimentellen Morphologie. Ganz unterdrückt wurde sie bei *Glechoma* von Klebs (1903 und 1906) durch reichliche Wasserzufuhr, gleichmäßige Temperatur und andere möglichst günstige Wachstumsbedingungen, ebenso durch beständige Stecklingsvermehrung. Zu ähnlichen oder denselben Ergebnissen kamen andere Autoren, deren Schriften unten verzeichnet sind. Sollten diese Verhältnisse bei *Elodea* erprobt werden, — es stand durchaus nicht fest, daß sie auf diese Pflanze übertragen werden konnten — so kam es darauf an, trotz relativ günstiger Beleuchtung, die unter Umständen das Versuchsergebnis ganz umzustoßen geeignet war und vielleicht vor 2 Jahren auch vollführt hat, die Pflanzen in den Kulturbecken mit möglichst wenig Wasser zu versehen,[1]) die Temperatur in weiten Grenzen zu variieren[2]) und den Kulturen überhaupt möglichst wenig Pflege angedeihen zu lassen. Für optimales generatives Wachstum ist freilich noch mancherlei sonst zu beachten. Benecke (1906) zeigte, daß nicht die Quantität der Nährstoffe, sondern deren Qualität darüber entscheidet, ob die Pflanze vegetativ oder fruktifikativ wächst, daß somit die Pflanze, ob bloß reicher oder ärmer an Nährstoffen noch falsch ist. Für optimales vegetatives Wachstum müssen die zur Ver-

[1]) A. Nathansohn, Saisonformen von Agrostemma Githago L. Jahrb. f. wiss. Bot. LIII, 1. Heft (1913), S. 125 bis 153.

[1]) Göbel weist darauf hin, daß, sobald gewisse Wasserpflanzen auf dem Lande zu wachsen gezwungen werden, das üppige Wachstum (unter ungeschlechtlicher Vermehrung) zurücktritt und die Fortpflanzungsorgane normal entstehen.

[2]) Dabei waren die Verhältnisse des letzten Winters denkbar günstig. Wie H. Müller (1886) annimmt, wäre die Tatsache, daß die Blüten von Pflanzen, die bei höherer Temperatur getrieben werden, nicht selten „stecken bleiben", dadurch bedingt, daß die beblätterten Triebe den Blütenknospen die Nahrung entzögen. Interessant bleibt, wie auch bei Holzgewächsen ein längeres Verweilen in der Kälte die Triebfähigkeit gegen Ende der Ruheperiode fördert (siehe Friedl Weber in Ber. d. D. Bot. Ges. XXXIX, 1921, S. 152 f., sowie W. Kinzel, Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung, Nachtrag II, Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1920, 182 S.).

fügung stehenden organischen und anorganischen Nährstoffe in einem bestimmten gegenseitigen Verhältnis stehen. Wird das Verhältnis zugunsten der organischen Nährstoffe geändert, so bewirkt dies nach den bisherigen Erfahrungen eine Hemmung des Wachstums und löst gleichzeitig bei vielen (nicht allen) Pflanzen Blütenbildung aus. In der Stahlfestschrift (1918) kommt Klebs (dort weitere Literaturangaben!) zu dem Ergebnis, daß der blühreife Zustand durch starkes Überwiegen der C-Assimilation über die Wachstums- und Dissimilationsvorgänge erzeugt wird und so lange erhalten bleibt, wie genügend Mengen von Assimilaten vorhanden sind. Die Funktion des Lichtes hält er bei der Erreichung der Blühreife für rein trophisch. Nach A. Mayer (1886, S. 261) führt Anreicherung an Phosphaten, nach Müller-Thurgau (1895 usw., ebenso in zahlreichen landwirtschaftlichen und gärtnerischen Schriften) Einschränkung der N-Düngung, d. h. in unserem Fall das Fehlen einer ausgiebigeren tierischen Lebewelt in den Versuchsbecken und die Verwertung phosphatreicher Erden, zur Blütenbildung. Benecke (1902, S. 377) meint, daß viele Pflanzen dem N-Mangel abzuhelfen suchen, indem sie unter Aufgabe ihrer eigenen Existenz für Nachkommenschaft sorgen (siehe auch Löw, 1905!). Es bleibt denkbar, daß derartige Eingriffe in die Ernährung der Versuchspflanzen an der gehemmten Ausbildung der Kronblätter wenigstens zum Teil Schuld tragen. Vöchting (1893, S. 149) berichtet von solchen Erfahrungen. Wenn seine Beobachtung auch für *Elodea* Geltung hat, so können die Kronblätter nicht zu denjenigen Organen der Blüten zählen, die in normaler Entwicklung die geförderten sind, indem an solchen die Hemmung am geringsten sein müßte. Da im übrigen die Zahlenverhältnisse der einzelnen Blütenteile durch das Experiment nicht beeinflußt wurden (Göbel, 1882, S. 357), darf den Ernährungsbedingungen kaum die alleinige Schuld an der geringeren Entwicklung der Kronblätter zugesprochen werden.

Anfangs war ich der Meinung, daß die Beschaffenheit des Bodens in den Kulturbecken ohne Einfluß auf die Entwicklung der Elodeen sei, daß diese vielmehr bedingt sei von den im Wasser gelösten Nährstoffen, nahm ich doch an, daß die Wurzeln der Sprosse nur der Befestigung im Boden, nicht aber der Aufnahme von Nährstoffen aus diesem zu dienen hätten. Da fand ich, daß Poud (1903) gezeigt hatte, daß auch Wasserpflanzen im Wachstum gestört werden, wenn ihren Wurzeln die Nährstoffaufnahme aus dem festen Substrat nicht gestattet wird. Da die C-Assimilation in den aus dem Boden gerissenen Sprossen ungestört weitergeht, so stellt sich bei ihnen eine enorme Stärkeansammlung in den Blättern ein, die offenbar in solchem Falle ein Ausdruck für den Mangel an Nährsalzen ist. Ein Ersatz der Salze des Bodens durch im Medium gelöste ist unmöglich; wenigstens ermöglichten weder die Sachssche, noch die Knopsche Nährlösung ein optimales Wachstum. Auch Snell (1908) beobachtete, daß gewisse bewurzelte Wasserpflanzen die Salze nicht durch die Blätter aufnehmen, sondern auf die Beihilfe der Wurzeln angewiesen sind.[1]) Dahin ist auch *Elodea densa* zu rechnen. So glaubt W. Riede (1921) auf Grund mikrochemischer Methoden über Aufnahme und Fortleitung bestimmter Nährsalze und Farbstoffe (bes. Kobaltpapierproben, Ferrocyankaliumlösung, ferner Versuche mit Potometern und Druckversuche) entgegen Mayr die Möglichkeit verneinen zu müssen, daß bei Wasserpflanzen mit Apikalöffnungen außer der Wurzel auch die Epidermis an der Wasseraufnahme beteiligt sei. Meine eigenen Versuche, die ich nach Angaben von Maria Buchholz (1920) mit Trypanblau unternahm, konnten diese Ergebnisse nur bestätigen.

Die oben entwickelten Bedingungen: — heller Ort für die Kultur, möglichst wenig Wasser, stark wechselnde Temperatur, wenig Pflege, kein Abtrennen von Stecklingen, wenig tierische Bewohner, endlich möglichst phosphatreiche Gartenerde mit Sand gemischt — lieferten, wie erwähnt, zahlreiche Blütensprosse, die ohne Ausnahme zu 3 aus einer Spatha kamen und sämtlich aus ♂ Blüten bestanden, deren Kronblätter fast durchweg ein wenig gegen die Maßangaben der Diagnosen zurückblieben. Besonders gilt das für die ersten von mir in diesem Jahr gesammelten Blüten, die ich am 7. Juni feststellte. Ich glaube, wenigstens die wichtigsten Bedingungen zur Züchtung von Blüten an Elodeen gefunden zu haben, und möchte nur recht vielen Lesern raten, wenn angängig die Versuche unter denselben oder ähnlichen Bedingungen zu wiederholen.

Dr. Pfeiffer, Bremen.

[1]) Bierberg (1909) glaubt für *Lemna* eine beschränkte Aufnahmefähigkeit der Salze durch die Blätter festgestellt zu haben.

Wichtigste Literatur.

Benecke in Schrift. d. Naturw. Ver. für Schleswig-Holstein, XII, 1902.

Benecke, Einige Bemerk. über Beding. d. Blühens u. Frucht. d. Gew. Bot. Zeitg. LXIV, 2. Abt., 1906.

Bierberg in Flora, XCIX, 1909.

Mar. Buchholz in Flora, N. F. XIV, 1920.

Diels, Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. Berlin 1906.

H. Fischer, Über Blütenbildg. in ihrer Abhängigk. usw. Flora XCIV, 1904.

Göbel in Bot. Zeitg. XL, 1882.

Göbel, Pflanzenbiolog. Schilderungen, II. Marburg 1893.

Göbel, Organographie d. Pfl., II. Jena 1901.

Göbel, Einleitung in die experiment. Morphol. d. Pfl. Leipzig u. Berlin 1908.

Klebs, Willkürliche Entwicklungsänder. b. Pfl. Jena 1903.

Klebs, Über künstl. Metamorphosen, Abh. naturf. Ges. Halle XXV, 1906.

Klebs, Über Blütenbildung von Sempervivum. Flora, N. F. XI/XII, 1918.

Lindemuth, Über Samenbildg. an abgeschnitt. Blütenständ. usw. Ber. d. D. Bot. Ges. XIV, 1896.

Löw, Über Stickstoffentziehung u. Blütenbildg. Flora XCV, 1905.

A. Mayer, Agrikulturchemie. 3. Aufl. 1886.

Möbius, Beitr. zur Lehre von der Fortpflanz. d. Gew. Jena 1897.

H. Müller, Beitrag z. Erkl. d. Ruheperiode d. Pfl. Landwirtsch. Jahrb. 1886.

Müller-Thurgau, 3. Jahresber. d. deutsch-schweiz. Versuchsstat. Wärensweil 1895, 4. Jahresber. 1896 usw.

Poud, The biological relation of aquatic plants to the substratum. U. S. Fish Comm. report 1903.

W. Riede, Untersuch. über Wasserpfl. Flora CXIV, 1921.

Snell, Untersuch. über Nahrungsaufn. der Wasserpfl. Flora XCVIII, 1908.

Vöchting, Organbildg. im Pflanzenreich, II. Bonn 1884.

Vöchting, Über Einfl. d. Licht. auf d. Gestalt. u. Anleg. d Blüt. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XXV, 1893.

Vöchting in Ber. d. D. Bot. Ges. XVI, 1898.

Walster, Formative effect of high and low temperature upon growth of barley, a chemical correlation. Botan. Gaz. LIX, 1920.

Inhalt: W. Goetsch, Beiträge zur Relativität der Individuen. (4 Abb.) S. 481. L. Henkel, Über den Einfluß der Erdumdrehung auf den Bau von Flußbetten. S. 485. — **Einzelberichte**: R. Wettstein, Die Verwertung der Mendelschen Spaltungsgesetze für die Deutung von Artbastarden. S. 487. E. Melin, *Boletus*-Arten als Mykorrhizenpilze der Waldbäume. S. 488. H. Bindemann, Neue Verdunstungsmessungen an Binnenseen. S. 488. H. Wieland und R. Alles, Über den Giftstoff der Kröte. S. 490. — **Bücherbesprechungen**: P. Klautke, Nutzpflanzen und Nutztiere Chinas. S. 491. J. Stoklasa, Über die Verbreitung des Aluminiums in der Natur und seine Bedeutung beim Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen. S. 492. Fr. Dannemann, Aus der Werkstatt großer Forscher. S. 493. — **Anregungen und Antworten**: Über den Ursprung der Getreidearten. S. 494. Über die Bedingungen der Blütenbildung bei Elodeen. S. 495.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 10. September 1922. | Nummer 37.

Ein neues Uhrenparadoxon.

[Nachdruck verboten.]

Von K. Vogtherr, München.

Das sog. „Uhrenparadoxon" bildet bekanntlich ein Streitobjekt zwischen Anhängern und Gegnern der Relativitätstheorie.[1]) Die Gegner behaupten, daß von zwei Uhren, welche nach ausgeführter hin- und hergehender Relativbewegung auf der X-Achse nebeneinander sich wieder in Ruhe befinden, jede gegenüber der anderen nachgehen müsse, denn von jedem der als gleichwertig anzusehenden Systeme aus könne ja eine andere Uhr als bewegt gelten und bewegte Uhren haben nach der Relativitätstheorie bekanntlich einen langsameren Gang als ruhende. Das führe aber entweder zum logischen Widerspruch oder zur Aufhebung des bisherigen Wirklichkeitsbegriffs, nach welchem die Beobachtungen verschiedener beobachtender Subjekte auf eine objektive raumzeitliche Körperwelt sich beziehen lassen. Die Anhänger der Theorie behaupten, daß die gezogenen Schlüsse nicht gültig seien, weil (bei Beginn, Umkehr und Ende der Bewegung) Beschleunigungen im Spiele wären und Einstein selbst kommt zu dem Ergebnis, daß nach der allgemeinen Relativitätstheorie wegen der Wirksamkeit des Unterschiedes im Gravitationspotential, die eine Uhr von jedem Standpunkt aus gegenüber der anderen um den gleichen Betrag nachgehen müsse.

Wir wollen hier diese Streitfrage auf sich beruhen lassen, da sich ein Uhrenparadoxon aufstellen läßt, das ohne jedes Hereinspielen von Beschleunigungen zu einem gleichfalls für die Relativitätstheorie belastenden Ergebnis führt. Man läßt in dem angeführten Uhrenparadoxon wohl deshalb die Uhren nach ausgeführter Bewegung zueinander ruhen, damit die Beobachtungen an beiden Uhren unter gleichen Umständen erfolgen sollen. Nun ist dies aber streng genommen nicht der Fall, denn jeder der beiden Beobachter stellt fest, daß die für ihn bewegt gewesene Uhr, d. h. diejenige Uhr, welche ihm gegenüber eine Relativbewegung ausgeführt hat, nachgeht, die andere, nicht bewegt gewesene, nicht. Hat man dies eingesehen, so findet man das Paradoxon an ruhenden Uhren um nichts verwunderlicher, als das Verhalten bewegter Uhren, welches nach der Theorie statthaben soll, nämlich daß von zwei zueinander geradlinig-gleichförmig bewegten Uhren jede gegenüber der anderen langsamer geht, weil ja jede gegenüber der anderen eine Relativbewegung ausführt. Dies merkwürdige Verhalten der Uhren wird auch von bekannten Anhängern der Relativitätstheorie ohne weiteres zugegeben. So sagt J. Petzoldt:[1]) „Wir müssen uns daher ganz klar darüber sein, daß die Theorie prinzipiell nicht nur zuläßt, sondern fordert, daß zwei gegeneinander bewegte Beobachter an „ein und derselben" Uhr gleichzeitig verschiedene Zeigerstellungen sehen und tasten würden, daß für den einen etwa „dieselbe" Uhr für Auge und Hand 10 Uhr zeigt, an der der andere gleichzeitig, d. h. im Moment des Vorübergleitens 7 Uhr 30 Min. ablesen und abtasten würde, während er an seiner eigenen Uhr auch 10 Uhr abliest, die nun aber wieder für den ersten 7 Uhr 30 zeigt."

Die Relativisten finden, wie es scheint, dies Verhalten der Uhren ganz in der Ordnung. In dem angeführten Zitat findet sich jedoch ein Wort, das sie eigentlich beunruhigen müßte, nämlich das Wort „gleichzeitig". Es ist außerordentlich interessant, daß hier ein überzeugter Relativist zwei Beobachter in verschiedenen Systemen, deren jedes doch seine besondere Zeit haben soll, „gleichzeitig" Beobachtungen machen läßt. Es scheint also die absolute Zeit, die doch ein glücklich überwundenes Vorurteil der Vergangenheit ist, sogar in relativistischen Köpfen zuweilen noch ihren Spuk zu treiben. Die vorliegende Unstimmigkeit verdient jedoch, wie das Resultat zeigen wird, eine ernsthafte Behandlung und wir fragen uns daher: wie ist der Sachverhalt, wenn man ihn unter die Lupe einer streng logischen Analyse nimmt?

Es wird in dem betrachteten Paradoxon an bewegten Uhren, wie es uns J. Petzoldt schildert, von den beiderseitigen Wahrnehmungen der beobachtenden Subjekte im Moment ihrer Begegnung gesprochen.[2]) Zwei Subjekte können sich aber ebenso wie zwei Körper nur dann begegnen, wenn sie gleichzeitig am gleichen Orte sind, also in demselben Augenblick an demselben Orte. Be-

[1]) Siehe „Naturwissenschaften" 1918, S. 697 und die Kontroverse E. Gehrcke und H. Thirring, ebenda 1921, S. 209, 482, 550.

[1]) Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit. Dresden 1921, S. 104.

[2]) Es handelt sich hier darum, die Aussagen zweier wahrnehmender Subjekte über denselben körperlichen Gegenstand in eine widerspruchslose Beziehung zu bringen oder ihren Widerspruch aufzudecken. Zu diesem Zwecke muß bekannt sein, von wo aus die Beobachtungen gemacht werden, d. h. man muß den Subjekten einen Ort im Raume anweisen, an welchem sie ihren Sitz haben. Es ist dies der Ort der perzipierenden Sinnesorgane. Deshalb sei es erlaubt, in diesem Zusammenhang kurz von einer Begegnung der Subjekte zu reden, während es genauer heißen muß: Begegnung zweier Körper, welche Sitz beobachtender Subjekte sind.

gegnung setzt Gleichzeitigkeit in diesem Sinne voraus. Nimmt aber jedes der beobachtenden Subjekte nicht die Gegenwart, sondern die Vergangenheit der subjektiven Systemwelt des anderen beobachtenden Subjekts wahr (wie es der Fall ist, da ja nicht nur der Uhrengang, sondern jedes raumzeitliche Geschehen in dem bewegten System sich verlangsamt) so kann es innerhalb der Systemzeiten für beide Subjekte keine Gleichzeitigkeit in obigem Sinne geben, die vielmehr nur durch die in der Relativitätstheorie abgeschaffte absolute Zeit denkbar wäre.

Da also für die beobachtenden Subjekte eine gemeinsam gültige Gleichzeitigkeit nicht existiert, so ist auch eine Begegnung für sie unmöglich, denn Begegnung setzt Gleichzeitigkeit voraus. Die Unmöglichkeit ihrer Begegnung folgt unmittelbar aus der „Relativität der Zeit." Hat jedes der beobachtenden Subjekte seine eigene Zeit, so gibt es offenbar für sie keine Begegnung (es kann nur das eine Subjekt dem Körper des anderen begegnen), da die Begegnung zweier Subjekte, ebenso wie die zweier Körper nur in einer Einheit der Zeit (und des Raumes), in der sich beide befinden, zu denken ist.[1]) Gibt es aber keine Begegnung der beobachtenden Subjekte, so kann es selbstverständlich auch nicht erlaubt sein, von ihren beiderseitigen Wahrnehmungen an demselben Gegenstand während ihrer Begegnung zu reden und es kann ferner der menschliche Körper, welchem sich der eine Beobachter bei der Begegnung gegenübersieht, nicht Sitz eines beobachtenden Subjekts sein. Man sieht hier deutlich, daß die Relativitätstheorie erkenntnistheoretisch auf eine Art Solipsismus hinausläuft, wie dies E. Gercke schon 1914 (in Verfolgung eines anderen Gedankenganges) hervorgehoben hat.[2])

Mancher wird vielleicht diese Überlegungen zu abstrakt und deshalb wenig überzeugend finden. Es ist deshalb zur Bekräftigung obiger Ausführungen sehr dienlich, daß man auch auf dem bequemeren Wege eines anschaulichen Gedankenexperiments zu einem ganz ähnlichen Ergebnis gelangen kann. Denken wir uns, genau wie in dem angeführten Beispiel von J. Petzoldt, einen „ruhenden" Beobachter A und einen geradlinig gleichförmig bewegten Beobachter B, in dessen Nähe sich eine mit ihm bewegte Uhr befindet. Die Uhr zeigt also im Moment der Begegnung beider Beobachter für A 7 Uhr 30 Min., für B 10 Uhr.[1]) Nun stecken wir in das Gehäuse der Uhr eine Dynamitpatrone, welche durch einen Zündkontakt derart mit den Zeigern verbunden wird, daß die Zeigerstellung 9 Uhr die Patrone zur Explosion bringt. Lassen wir nun Uhr und Beobachter wieder in gleicher Weise sich bewegen, so wird A im Momente der Begegnung eine Uhr sehen und tasten, die für B im Momente der Begegnung gar nicht mehr existiert, weil sie vor einer Stunde in Atome zerrissen wurde. Entfernt nun A die Zündvorrichtung während des Vorübergleitens, so ist in seiner Welt eine Uhr dauernd vorhanden, die in der Welt des B dauernd nicht vorhanden ist. Es läßt sich ferner eine Vorrichtung derart denken, daß der Zündkontakt durch die Hand oder durch einen Schuß aus einiger Entfernung geschlossen werden kann, aber auch mit dem Uhrwerk derart verbunden ist, daß nur in der Zeigerstellung 7 Uhr 30 Min. die Explosion erfolgen kann. Löst nun A während des Vorübergleitens die Explosion aus, so ist jedenfalls in seiner Welt die Uhr für alle Zukunft beseitigt. Wie verhält sich aber die Uhr gegenüber B? Zur Zeit, als die Zeigerstellung die Explosion ermöglicht hätte, war sie noch weit von A entfernt, zur Zeit der Begegnung mit A stehen die Zeiger auf 10 Uhr, infolgedessen kann die Explosion nicht mehr erfolgen. „Ein und dieselbe" Uhr ist also dann umgekehrt in der Welt des B dauernd vorhanden, in der Welt des A dauernd nicht vorhanden. Man hat es bisher offenbar übersehen, daß die Wirkungen des A auf die mit B bewegten Körper in der Welt des B ohne Einfluß bleiben müssen. Denn A kann nur auf die Welt des B wirken, so wie sie ihm (A) erscheint, also auf die Vergangenheit der dem B gegenwärtigen Welt; seine Handlungen kommen also als Wirkungen auf letztere gewissermaßen zu spät, denn die Vergangenheit der dem B subjektiv gegenwärtigen Welt kann nicht mehr

[1]) Daß man in der Relativitätstheorie von einer Begegnung der beobachtenden Subjekte streng genommen nicht reden kann, und daher auch nicht von deren beiderseitigen Wahrnehmungen an demselben Objekt während einer Begegnung, geht auch daraus hervor, daß eine Begegnung an einem bestimmten Ort erfolgen muß. A kann nun aber B nicht an dem Ort begegnen, wo letzterer sich (von B aus betrachtet) „jetzt" befindet, sondern wo er sich (von B aus betrachtet) früher befand, und diese beiden Orte können verschiedene sein, da B sich in der Zwischenzeit in seinem eigenen System, etwa senkrecht zur X-Achse, fortbewegt haben kann. Die Begegnung müßte also an verschiedenen Orten erfolgen, was unmöglich ist.

[2]) Siehe „Kantstudien" 1914, S. 481. Zu diesem Ergebnis gelangt man auch auf dem Wege folgender einfacher Überlegung. Bezeichnen wir in dem oben zitierten Beispiele die Beobachter mit A und B und stellen wir uns auf den Standpunkt des A, so ergibt sich: nicht nur auf die eigene Netzhaut des A muß die mit ihm bewegte Uhr die Zeigerstellung 10 Uhr projizieren, sondern auch auf die Netzhaut des B, so wie sie im Momente der Begegnung in der Welt des A vorhanden ist. B nimmt jedoch an dieser Uhr die Zeigerstellung 7 Uhr 30 Min. wahr, also kann der dem A gegenwärtige Körper des B nicht Sitz des wahrnehmenden Subjekts B sein.

[1]) Um Unklarheiten zu begegnen sei bemerkt, daß wir hier unter dem Moment der Begegnung beider Beobachter den Zeitpunkt der Begegnung des einen beobachtenden Subjekts mit dem Körper des anderen Beobachters verstehen wollen; sonst wäre es nötig eine den Systemzeiten übergeordnete absolute Zeit einzuführen, in der die Begegnung der beobachtenden Subjekte erfolgen könnte, wie dies ja auch einige Relativisten ganz unbekümmert tun, wenn sie von gleichzeitigen Wahrnehmungen der Beobachter während einer Begegnung reden. Dies würde jedoch auf neue Widersprüche führen, ohne daß am Ergebnis obiger Ausführungen etwas geändert würde.

geändert werden, und nur diese eigene Vergangenheit des B ist für dessen Gegenwart und Zukunft maßgebend.[1]) Dieser eine Körper, der in der Welt des einen Beobachters allein dauernd vorhanden ist, kann aber Anfangsglied einer unabsehbaren Kette weiterer Veränderungen sein, die alle nur in der Welt des einen Beobachters vor sich gehen. Er kann als „kleine Ursache" „große Wirkungen" entfalten. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß auf diese Weise die subjektiven Systemwelten im Laufe des Geschehens immer mehr den Zusammenhang verlieren müssen und daß die Erscheinungen in ihnen schließlich nicht mehr auf eine ihnen zugrunde liegende gemeinsame Wirklichkeit gesetzmäßig bezogen werden können. An die Stelle der einen objektiven Natur treten die subjektiven „Standpunktswelten", zwischen denen es letzten Endes keine gesetzmäßigen Beziehungen mehr gibt. Die Welt des einen Beobachters hat mit der des anderen nichts mehr zu schaffen und die kunstvollsten Transformationsformeln können daran nichts ändern.

So sind wir durch das angeführte Gedankenexperiment zu einem Ergebnis gelangt, das mit dem auf rein logischem Wege abgeleiteten im Hinweis auf den Solipsismus übereinstimmt, und wir erkennen die abgrundtiefe Kluft, welche die Relativitätstheorie von der bisherigen Naturforschung trennt. Gerade darin besteht ja die Aufgabe zunächst des alltäglichen Verstandesgebrauches und weiterhin des naturwissenschaftlichen Denkens eine von den subjektiven Täuschungen befreite, objektive, für alle erkennenden Subjekte gültige Körperwelt zu konstruieren. In dieser objektiv gültigen Welt existiert z. B. ein Würfel von 5 cm Seitenlänge und dieser Würfel ist für alle beobachtenden Subjekte „derselbe" Würfel mit den gleichen Bestimmungen, obwohl er jedem Beobachter je nach der Perspektive in anderer Form und je nach der Entfernung in anderer Größe erscheint. Und wissenschaftlich hat das farbige Licht für einen Farbenblinden die gleiche Farbe, wie für einen Normalsichtigen, nämlich eine ganz bestimmte Wellenlänge. Diese Herausarbeitung der objektiven Wirklichkeit aus den subjektiv wechselnden Erscheinungen ist aber nur möglich durch einen einzigen für alle Subjekte gültigen Raum und eine einzige Zeit, also durch einen absoluten Raum[1]) und eine absolute Zeit. Durch die „Relativierung der Zeit" führt die Relativitätstheorie unweigerlich zum extremsten Subjektivismus. Nur in dem, was ein einzelner Beobachter wahrnimmt, ist sie widerspruchslos durchführbar. Sobald jedoch die Wahrnehmungen verschieden bewegter Beobachter in ein System gebracht werden sollen, wird man gewahr, daß dies unmöglich ist, weil jeder derselben in einer anderen Zeit und infolgedessen in einer anderen Welt lebt, und weil ihre subjektiven raum-zeitlichen Erlebnisse letzten Endes keinerlei Zusammenhang mehr miteinander haben. Jeder der verschiedenen Beobachter lebt also als Leibnizsche fensterlose Monade. Denn nur durch eine Einheit des Raumes und der Zeit in allen bewegten Systemen und für alle beobachtenden Subjekte ist die Beziehung der verschiedenen subjektiven Erscheinungswelten auf eine ihnen übergeordnete Wirklichkeit denkbar, und auch die Transformationsgleichungen haben, wenn sie Aussagen über die gesetzmäßige Beziehung zwischen den subjektiven Systemwelten machen wollen, eine Einheit des Raumes und der Zeit, also absoluten Raum und absolute Zeit, zur unbedingten Voraussetzung. Wird nur eines von beiden angetastet, so muß nicht nur die eine objektive Natur der Theorie geopfert werden, sondern es verschwindet auch jede denkbare Möglichkeit einer Gesetzmäßigkeit zwischen den subjektiven „Standpunktswelten".

[1]) Man kann übrigens diese ganze Betrachtung auch ohne Erwähnung von bewegten Beobachtern durchführen und so vereinfachen. Es genügt, sich im einen System die wie oben eingerichtete Uhr, im anderen System einen Haken zu denken, welcher im Momente des Vorbeigleitens die zur Zündung dienende elektrische Leitung durchreißt. Im System des Hakens ist die Uhr bewegt, geht infolgedessen langsamer und ist noch nicht explodiert, wenn dieser die Zündvorrichtung außer Funktion setzt. Im anderen System ist die Uhr ruhend, geht rascher und die Explosion erfolgt, bevor die Begegnung mit dem Haken stattfindet. Es ist dann im einen System die Uhr dauernd vorhanden, im anderen dauernd nicht mehr vorhanden. Das Beispiel läßt sich natürlich beliebig variieren, z. B. ein Pulverfaß mit brennender Zündschnur im einen und eine Löschvorrichtung im anderen System, oder ein Verbrecher, dem ein Einbruchsdiebstahl glückt, im einen System, und der herbeieilende Schutzmann, welcher ihn noch rechtzeitig vertreibt, im anderen System, usw. — Aus den Beispielen ergibt sich als Verallgemeinerung folgendes: vom System a aus betrachtet kann dieses auf das System b Wirkungen ausüben. Vom System b aus betrachtet müssen aber diese Wirkungen ungeschehen bleiben, da sie nicht die Gegenwart, sondern die Vergangenheit der Zustände des Systems b treffen und was geschehen ist natürlich nicht mehr geändert werden kann.

[1]) Der absolute, d. h. für alle Subjekte in gleicher Weise gültige Raum schließt die Relativität der Bewegung nicht aus. Wirkliche Bewegung kann stets nur Bewegung eines Körpers gegenüber anderen Körpern sein.

Vom Einfluß der Kriege auf die Pflanzenverteilung.

[Nachdruck verboten.] Von **E. Schalow**, Breslau.

Unter den 1907 Gefäßpflanzen, die nach Theodor Schube bisher in Schlesien beobachtet wurden, befinden sich insgesamt 378 Adventivpflanzen, also Ankömmlinge aus fremden Ländern.[1]) Das sind fast 20 % des gesamten heimischen Pflanzenbestandes. Dabei sind die schon

[1]) Vgl. Th. Schube, Flora von Schlesien. Breslau 1904. — Inzwischen sind schon wieder eine große Zahl neuer Adventivpflanzen hinzugekommen, und andere haben sich in den letzten Jahren derartig ausgebreitet, daß sie jetzt als ein-

seit der prähistorischen Zeit bei uns vorkommenden Unkräuter (Archäophyten), wie z. B. *Centaurea Cyanus, Agrostemma Githago, Stellaria media, Lolium temulentum* u. a. schon den ursprünglichen Gewächsen zugezählt worden. Von den 378 Adventivpflanzen sind nach den zuverlässigen Angaben von Th. Schube mindestens 87 bereits als völlig eingebürgert zu betrachten. Ähnlich dürften auch die Verhältnisse in den übrigen deutschen Landschaften wie überhaupt in allen Kulturländern liegen. Schon diese wenigen Zahlen lassen deutlich den tiefgehenden Einfluß des Menschen auf unsere heimatliche Pflanzendecke erkennen. Durch die regen wechselseitigen Handelsbeziehungen der Länder haben die meisten der fremden Elemente bei uns Eingang gefunden und in nicht wenigen Fällen ist es ihnen auch möglich gewesen, den Wettkampf mit unseren einheimischen Arten erfolgreich aufzunehmen. Doch nicht bloß durch den friedlichen Güteraustausch der Völker untereinander sind unserer Flora neue Bestandteile zugeführt worden, sondern auch die kriegerischen Unternehmungen der Völker haben die Pflanzenverteilung auf der Erde beeinflußt, indem sie die Ausbreitung der Adventivpflanzen nicht unwesentlich begünstigten, und in zahlreichen Fällen hat durch fremde Truppen auch eine Bereicherung der einzelnen Landesfloren an Adventivpflanzen stattgefunden. Im folgenden soll nun zusammengestellt werden, was über den Einfluß der Kriege auf die Pflanzenverteilung bekannt geworden ist. Vollständigkeit des in Betracht kommenden Beobachtungsmaterials konnte bei der überaus verstreuten Literatur nicht erzielt werden. Immerhin hoffe ich, alle wichtigeren Angaben ausfindig gemacht zu haben.

Inwieweit durch die kriegerischen Ereignisse der ältesten Zeit die Pflanzendecke der Erde beeinflußt worden ist, entzieht sich aus leicht begreiflichen Gründen unserer genauen Kenntnis. Während der Römerzeit hat sich allem Anscheine nach die Ackerröte (*Sherardia arvensis*) in Westdeutschland eingefunden, ebenso wie auch das Glaskraut (*Parietaria officinalis*), welches sich von den Wällen und Mauern der römischen Kastelle aus weiter verbreitet haben soll.[1]) Im übrigen lassen sich zur Römerzeit kriegerische Unternehmungen und friedliche Kolonisation noch nicht scharf voneinander scheiden. Auch die ausgedehnten Wanderzüge germanischer Stämme zur Völkerwanderungszeit haben ohne Zweifel zu gelegentlichen Einschleppungen neuer Pflanzen geführt, wenn uns auch keine Kunde davon überkommen ist. Den aus den Steppen Asiens nach Mitteleuropa hereinbrechenden Hunnen hat man die Einschleppung zahlreicher Steppenpflanzen zugeschrieben. Doch lassen sich für diese Annahme ebenfalls noch keine sicheren Unterlagen erbringen.

So tappen wir auch noch durch das ganze Mittelalter im Dunkeln. Etwas heller sehen wir erst, als das Interesse für die umgebende Pflanzenwelt dazu führte, die freilich zunächst noch dürftigen Kenntnisse von der Verbreitung der Pflanzen einzelner Gebiete übersichtlich zusammenzufassen. So gibt uns eine der ältesten bekannten Spezialfloren überhaupt, die von Johann Thal 1577 niedergeschriebene „Sylva Hercynia", immerhin recht genaue Auskunft über die damalige Pflanzenverbreitung im Harzgebiet.[1]) Es muß nun auffallen, daß Thal in seiner Flora einige allgemeine Unkräuter, wie *Chenopodium rubrum, Alyssum calycinum, Senecio vulgaris, Atriplex patulum* noch nicht aufführt, während sie einige Jahrzehnte später, also nach dem 30jährigen Kriege auch schon aus dem Harzgebiet bekannt waren. Deshalb möchte K. Wein, der uns die „Sylva Hercynia" in einer gründlichen Studie zugänglich gemacht hat, die Einschleppung dieser Unkräuter ins Harzgebiet den Stürmen des 30jährigen Krieges zuschreiben; denn „der schreckliche Religionskrieg schuf Ruderalplätze in hoher Zahl und damit Gelegenheiten zur Ansiedlung neuer Ankömmlinge. Die hin- und herziehenden Kriegsvölker mit ihrem unendlichen Trosse mußten natürlich die Einwanderung von Ruderalpflanzen außerordentlich begünstigen". Die Möglichkeit dieses Zusammenhanges ist ohne weiteres zuzugeben.

Ablehnen möchte ich aber die Ansicht von Gustav Rothe (br.), der auch die reichhaltige Flora der bekannten Tartarenschanze bei Pristram im Kreise Nimptsch auf die Verschleppung durch fremdes Kriegsvolk während des 30jährigen Krieges zurückführt. Zum Pflanzenbestand der Tartarenschanze gehört neben *Carex Michelii, Verbascum phoeniceum, Cerastium brachypetalum* und anderen pontischen Gewächsen auch *Carex pediformis*, ein Riedgras, das im nördlichen Europa und in Nordasien zuhause ist. Wie sollte nun diese Pflanze nach Schlesien gelangt sein? Eine Einschleppung aus ihrer nordöstlichen Heimat durch fremdes Kriegsvolk kann für diese Pflanze gar nicht in Betracht kommen. Ich habe deshalb die Reichaltigkeit der Pristramer Schanze an interessanten Pflanzen auf andere Weise zu erklären versucht.[2]) Dagegen kann es wohl als erwiesen gelten, daß eine unserer ältesten Adventivpflanzen, nämlich das syrische Schnabelschötchen (*Euclidium Syriacum*) durch die Türken während der Belagerung von Wien 1683 im Prater zur Ansiedlung gelangte (Hegi IV, 463).

gebürgert betrachtet werden können. Vgl. hierzu auch meine Angaben über die wichtigsten Veränderungen im schlesischen Pflanzenbestande seit 1900, die ich demnächst an anderer Stelle geben will.

[1]) Vgl. G. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. — Diesem reichhaltigen Werk sind auch weiterhin zahlreiche Angaben entnommen.

[1]) Vgl. K. Wein, Die synanthropen Pflanzen des Harzes. Beihefte Bot. Zentralbl., Bd. XXIX, 1912, Abt. II.

[2]) Vgl. E. Schalow, Über die Beziehungen zwischen der Pflanzenverbreitung und den ältesten Siedelungsstätten im mittelsten Schlesien. Engl. Bot. Jahrb., Bd. 57.

Sichere, unanfechtbare Beobachtungstatsachen über Kriegseinwirkungen auf die Adventivflora liegen erst aus dem 19. Jahrhundert, aus der unruhigen Napoleonischen Zeit vor. Französische Truppen überschwemmten damals nicht nur Italien, Österreich und die deutschen Lande, sondern der ehrgeizige Machtwille Napoleon I. führte seine Heere sogar tief nach Rußland hinein. Schon vor 1800 wurde die aus Asien stammende Radmelde (*Kochia scoparia*) durch Militärtransporte in Tirol eingeschleppt (Hegi III, 251) und an den Lagerstätten der österreichischen Truppen um Regensburg tauchten 1797 *Sisymbrium pannonicum* Jacq. (= *S. altissimum* L.), *Lepidium latifolium* und *L. Draba* auf, die bisher aus der Regensburger Flora nicht bekannt waren.[1]) In Westdeutschland erinnerte noch nach Jahrzehnten das häufige Auftreten des begrannten Ruchgrases (*Anthoxanthum aristatum*) an die einstige französische Besetzung, und auch das Knopfkraut (*Galinsoga parviflora*) fand durch die französischen Truppen weitgehende Förderung bei seiner Ausbreitung. In Ostpreußen trat diese aus Südamerika stammende Pflanze sicherlich erst 1807 nach dem Durchmarsch der Franzosen auf.[2]) Deshalb mag sie wohl stellenweise heute noch den Namen „Franzosenkraut" führen. Die steil zum Himmel aufragenden Pyramidenpappeln mit ihren meist verdorrten Gipfeln mahnen uns noch heute an jene trübe Zeit; denn es ist ja bekannt, daß Napoleon I. an den zahlreichen neu angelegten Heerstraßen mit Vorliebe Pyramidenpappeln anpflanzen ließ (Hegi III, 64).

Der Brand von Moskau wurde sodann das leuchtende Zeichen einer neuen Zeit. Die französischen Heeresmassen fluteten wieder heimwärts und ihnen folgten russische Truppen westwärts. Auf den Ruinen des abgebrannten Moskau machte sich inzwischen *Sisymbrium altissimum* breit (Hegi IV, 178). Während der Befreiungskriege wurden vor allem durch die Reiterscharen der Kosaken südrussische Pflanzen wohl meist vermittels des Pferdefutters weit nach Westen verschleppt. So zeigte sich 1814 bei Breslau das südosteuropäische Gras *Beckmannia erucaeformis*, dessen Erscheinen ich gleichfalls mit den Kriegsverhältnissen in Verbindung bringen möchte. Auch das Vorkommen der aus den Kaukasusländern stammenden großblütigen Katzenminze (*Nepeta grandiflora*) bei Poischwitz im Kreise Jauer wurde von Hugo Schmidt auf die Einschleppung durch russische Kriegsvölker zurückgeführt.[3]) Nach H. Schmidt soll die Ansiedlung dieser Pflanze folgendermaßen vor sich gegangen sein: „Irgendeinem Kosaken des russischen Heeres von 1813 fiel es anno dazumal ein, seinem aus der Heimat mitgebrachten Futtersack am Dorfwege einmal den Kragen umzudrehen und ihn einer gründlichen Reinigung zu unterwerfen. Dabei entfielen demselben ein paar weitgereiste Fremdlinge und glitten achtlos zu Boden. Ihr Besitzer hatte von ihrer Existenz gewiß keine Ahnung und würde sich auch im anderen Falle um ihren Abschied nicht gegrämt haben. Es waren ja nur einige winzige Samenkörner. Denen schien es aber hier in der Fremde trotz der Kriegswirren zu gefallen; denn sie keimten und wuchsen binnen kurzer Zeit zu schmucken Stauden heran." Für das rätselhafte Auftreten dieser südrussischen Pflanze im schlesischen Vorgebirge eine gewiß recht einleuchtende Erklärung. Nur schade, daß sie nicht fester verbürgt ist. Übrigens hat diese Pflanze „als sturm- und wetterfestes Kind großer Zeit" ihren Platz siegreich bis in die jüngste Zeit behauptet. Zweifellos durch Kosaken ist das osteuropäisch-westasiatische *Corispermum Marschallii* auf einer Düne bei Oftersheim unweit Schwetzingen in Baden zur Ansiedlung gelangt. In diesem Falle ist der Zusammenhang offensichtlich, da einwandsfrei erwiesen ist, daß ein Kosakentrupp auf der Düne kampiert hat. *Corispermum Marschallii* hat sich auf dem lockeren Sande der Oftersheimer Düne völlig einbürgern und weiter ausbreiten können.[1]) Selbst noch die französische Adventivflora ist 1814/15 durch die Kosaken beeinflußt worden. An verschiedenen Orten, wo Kosaken gelagert hatten, zeigten sich später südrussische Unkräuter. Das Zackenschötchen (*Bunias orientalis*) war bis 1860 bei Paris völlig heimisch geworden.[2])

Ehe wir zum Deutsch-französischen Kriege 1870/71 übergehen, müssen wir noch die Einschleppung der Spitzklette (*Xanthium spinosum*) in die Walachei erwähnen, die 1828 durch russische Truppen erfolgt sein soll. Die Schweife und Mähnenhaare der Kosakenpferde sollen von den stacheligen Scheinfrüchten dicht behangen gewesen sein (Hegi VI, 12).

Während des Deutsch-französischen Krieges waren es vornehmlich die nordafrikanischen Hilfstruppen, die neue Gewächse in Frankreich einschleppten. Um Paris zeigte sich damals eine ganz charakteristische Gemeinschaft verschiedener Adventivpflanzen, die sogenannte Belagerungsflora („Florula obsidionalis"), zumeist aus algerischen und südfranzösischen Futterpflanzen bestehend.[3]) Zu dieser Belagerungsflora gehörten u. a. *Diplotaxis erucoides* (L.) D. C., *Erucastrum incana*

[1]) Vgl. Otto Sendtner, Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854. S. 585.

[2]) Vgl. R. Hilbert, Über einige seit Beginn der Erforschung unserer einheimischen Flora neu ins Gebiet eingewanderte ... Pflanzen. Schriften der Phys. ökon. Gesellsch. zu Königsberg. 1910.

[3]) Vgl. H. Schmidt, Ein Vegetationsbild aus dem schlesischen Vorgebirge. Deutsche bot. Monatsschrift. XXI. 1903.

[1]) Vgl. Friedrich Zimmermann, Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim. 1907. S. 24.

[2]) Vgl. A. Thellung, Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen. Ber. freie Vereinig. f. Pflanzengeographie u. systemat. Botanik. 1915. — Auf desselben Verf. Abhandlung über „Stratiobotanik" (in Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich 1917) wurde ich leider erst nach Drucklegung dieser Zeilen aufmerksam.

[3]) Vgl. A. Thellung a. a. O.

Koch, *Rapistrum rugosum* (L.) All. (trat nach 1870 auch vielfach bei Besançon auf), *R. perenne* (L.) All. (auch mehrfach im übrigen Frankreich), *Eruca sativa* Coss., *Sisymbrium Loeselii* L. (hat sich bei Paris bis heute erhalten). Bei Orléans wurde nicht selten *Diplotaxis tenuisiliqua* Del., eine seltene Doppelrauke beobachtet, die durch algerisches Heu eingeführt wurde. Sogar der Pflanzenbestand der neutralen Schweiz blieb von Kriegseinwirkungen nicht unberührt. Im Tal von Delemont im Jura zeigten sich nach dem Kriege etwa dreißig neue, der Gegend fremde Adventivpflanzen, wie *Erucastrum incana*, *Conringia orientalis* And. u. a. und zwar an jener Stelle, wo die Grenzbesatzung Stroh- und Heumagazine errichtet hatte. An der französischen Grenze zeigte sich auch vielfach *Berteroa incana* und *Sisymbrium Pyrenaicum* (L.) Vill. als Folge der Grenzbesetzung (Hegi IV, 172).

Und nun kommen wir zum letzten Weltkriege, unter dessen furchtbaren Nachwirkungen wir noch alle leben und zu leiden haben. Die tiefgehenden Einwirkungen dieses gewaltigen Kriegsgeschehens auch auf die Pflanzenverbreitung ist bis ins einzelne noch gar nicht genau festgestellt. Die wirtschaftliche Not hat leider die botanischen Vereinszeitschriften fast zum Erliegen gebracht, so daß wir über viele Kriegsbeobachtungen vor der Hand wohl überhaupt nicht unterrichtet werden. Dazu kommt noch, daß uns die ausländische Literatur nur schwer zugänglich geworden ist. Immerhin wollen wir versuchen, die allgemeinen Änderungen, welche die Pflanzenverbreitung infolge des letzten Krieges erfahren hat, kurz zu kennzeichnen.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse auf den eigentlichen Kriegsschauplätzen. Durch eine beispiellose Verwendung von Sprengstoffen aller Art wurde die ursprüngliche Pflanzendecke auf weite Strecken namentlich der engeren Kriegszone stark mitgenommen. Ob auch seltenere Pflanzen (Naturdenkmäler) dabei vernichtet worden sind, entzieht sich vorläufig unserer Kenntnis. Jedenfalls wurde in reichem Maße Neuland geschaffen für die Adventivpflanzen. Die Besiedlung des offenen Landes mit Unkräutern ist uns von naturkundigen Kriegsteilnehmern oft genug geschildert worden. Es läßt sich aber noch nicht im besonderen angeben, welche Unkräuter diese günstigen Ausbreitungsverhältnisse besonders ausgenützt haben. Auch weiß man noch nicht, in welchem Umfange auf den einstigen Kriegsschauplätzen Neuansiedler aufgetreten sind. Die vielen verschiedenartigen Hilfsvölker, welche die Entente gegen uns aufgeboten hat, haben sicherlich auch in der Pflanzendecke sichtbare Spuren hinterlassen. Besonders ist dies von den Indern anzunehmen, die sogar ihre eigenen Haustiere aus der Heimat mitführten. Die zu erwartenden Berichte namentlich der französischen Floristen dürften gewiß manche interessante Einzelheit bringen.

Unsere engere deutsche Heimat war zwar nur ganz vorübergehend unmittelbarer Kriegsschauplatz, doch machten sich die Kriegsverhältnisse auch in unserer Adventivflora bemerkbar. Zunächst müssen wir feststellen, daß bei Kriegsausbruch eine völlige Umstellung unseres Wirtschaftslebens erfolgte, die bedingt war durch die über unsere Küsten verhängte Blockade. Infolgedessen hörte unser Überseehandel mit Amerika so gut wie ganz auf. Dafür entwickelten sich mit Südosteuropa (Balkanländer, Ukraine) äußerst lebhafte Handelsbeziehungen, die auch in der Adventivflora ihren Ausdruck fanden. So zeigte sich nach dem Kriege auf den im Umschlagshafen von Aken a. d. Elbe aufgestapelten Chromeisenerzen aus den als Tagebau betriebenen Bergwerken von Radusche in Mazedonien ein reicher Flor von zumeist mazedonischen Gewächsen, z. B. *Alyssum murale*, *Achillea coarctata*, *Triticum villosum*, *Centaurea micrantha*, *Silene paradoxa*, *Trifolium dalmaticum*, *Pterotheca bifida* u. v. a.[1]) Auch sonst war die Möglichkeit zur Einschleppung fremder Samen infolge der Kriegsmaßnahmen in reichem Maße gegeben. Ich erinnere nur an folgende Tatsachen. Im Herbst des Jahres 1914 durchzogen österreichische Truppen mit ihren Proviantkolonnen die östlichen Landesteile. In großen Lagern waren Gefangene aus aller Herren Länder vereinigt und bei Görlitz hatten lange Zeit griechische Truppen ein Unterkommen gefunden. Daß noch nicht mehr Beobachtungen über Bereicherungen unserer Adventivflora durch die Kriegsverhältnisse vorliegen, liegt zum Teil auch an der strengen Absperrung der in Frage kommenden Örtlichkeiten, wie Güterbahnhöfe, Hafengelände, Bahndämme, Gefangenenlager usw. Infolge geringen Entgegenkommens der Breslauer Eisenbahndirektion war es selbst nach dem Kriege noch nicht möglich, die Adventivflora der großen Breslauer Bahnhofsanlagen genauer zu erkunden. Infolgedessen wird mancher interessante Fund übersehen worden sein. Manches ließe sich vielleicht noch nachholen, wenn unsere Floristen in nächster Zeit der Adventivflora erhöhtes Interesse schenken wollten, damit wir allmählich ein klares und umfassendes Bild von den Einwirkungen des Weltkrieges auf unsere Adventivflora gewinnen, noch ehe die Zeit die Spuren wieder verwischen sollte.

[1]) Vgl. Paul Schuster, Eine Genossenschaft mazedonischer Pflanzen bei Aken a. d. Elbe. Ferner J. Bornmüller, Über einen bemerkenswerten Fund aus der Adventivflora von Aken. Verh. bot. Ver. Prov. Brandenb., 63. Jahrg., 1920/21. — Siehe auch mein Referat in Naturw. Wochenschr., 1922, Nr. 19.

Einzelberichte.

Neuere astronomische Arbeiten.

Die Physik des Mars. Nachdem der Planet 1909 zum letztenmal in eine sehr günstige Stellung zur Erde gelangt war und die Beobachtungen jenes Jahres für uns sehr wichtig geworden sind, steht für 1924 eine noch günstigere Marsopposition bevor, und die Astrophysiker werden nicht verfehlen, sie gründlich auszunutzen. Sieht man nun die neueste Literatur nach dem Stande des Marsproblems durch, so ist es auffallend, daß gerade in Deutschland die von dem Schweizer Ingenieur Adrian Baumann ausgearbeitete Erklärung (Der Planet Mars, Zürich bei Müller, Werder & Co.) ganz unbekannt zu sein scheint, obwohl sie von Pickering, von Cerulli und anderen hervorragenden Marskennern als die beste und allseitig befriedigendste Erklärung angesehen wird. Jedenfalls ist sie als Arbeitshypothese unschätzbar und daher für jeden Marsbeobachter wertvoll. Betrachtet man die Marskarte von Antoniadi aus dem Jahre 1909, so findet man darauf gar keine Kanäle, wohl aber eine von dunklen Massen erfüllte und eine helle Marshälfte. Diese ist nach Baumann das zugefrorene Marsmeer, jenes die Festlandshälfte, die in steilen Bergzügen zum Meere abfällt. Zwischen den Bergketten sieht man weiße Streifen, die Gletscher. An manchen Stellen ist die Struktur einer Bergkette deutlich zu erkennen. Baumann berechnet die Wärmemenge, die die eine Marshälfte bei Sonnennähe und der Schiefe seiner Achse und der Länge seines Jahres erhält und findet den Betrag der Sonnenstrahlung sehr erheblich, so daß die Eismassen des Meeres sich stark erwärmen, ausdehnen und so die Kanäle schließen, die nichts anderes sind als Brüche im Eis, hervorgerufen durch Spannungen. Bei zunehmender Entfernung von der Sonne kühlt sich das Eis ab, zieht sich zusammen und die Kanäle erscheinen, im Einklang mit der Beobachtung. Baumann legt aber das Hauptgewicht auf die noch heute vorhandene vulkanische Tätigkeit auf dem Planeten. Die bisweilen auftretenden Dunstmassen, die weite Flächen des Planeten verschleiern, sind vulkanischer Staub und Asche, die auftretenden glänzendweißen Flächen, die obendrein veränderlich sind, sind ausgestoßener Dampf, der sich rings um den Vulkan als Reif und Schnee niederschlägt, langsam wegtaut und so die scheinbaren Veränderungen der Marsoberfläche hervorruft. Aus diesen seinen Voraussetzungen vermag Baumann alle Beobachtungen auf dem Planeten in einwandfreier Weise zu erklären und meint, daß die Marsforschung für Meteorologie und Klimatologie von großem Werte sein könnte. Seine Arbeiten sind von den astronomischen Gesellschaften von vier fremdsprachigen Ländern aufgenommen, erst vor kurzem hat die britische astronomische Gesellschaft sich eingehend und kritisch damit befaßt, und es ist zu hoffen, daß die bevorstehende Marsopposition neues Material zur Kenntnis des Planeten herbeischaffen wird, und die Baumannsche Erklärung wird dann zeigen, was sie zu leisten vermag.

Die Ergebnisse 20jähriger Beobachtungen an der Venus faßt Rordamé in Popular Astronomy März 1922 zusammen. Er hat in dieser Zeit mehrere 1000 Zeichnungen angefertigt, die fast alle nur die Phase zeigen, einige haben leuchtende Flecken an den Hörnerspitzen und eine matter werdende Schattengrenze. In weniger als 50 Fällen sind deutlich und unzweifelhaft Flecken gesehen worden und nur in 6 Fällen ließ sich eine Bewegung dieser Flecken feststellen. Jene Flecken sind sehr verwaschen und schwach, wie es bei der sehr dichten Atmosphäre kein Wunder ist. Die hellen Stellen an den Polen lassen auf Ansammlungen von Eis dort schließen. In den unteren Schichten der sehr dichten Atmosphäre muß sehr viel Wasserdampf vorhanden sein, die Luftströme werden diesen nach den Polen tragen, so daß dort größere Schneeflächen entstehen wie bei uns. Vielleicht sehen wir diese Eis- und Schneefelder nicht direkt wegen der Dichte der Atmosphäre, aber dann jedenfalls ihren starken Reflex als helle Flecken. Diese Wolken verhindern auch das Entstehen von Absorptionslinien im Venusspektrum, so daß wir die dort vorkommenden Gase nicht feststellen können. Zur spektroskopischen Feststellung der Rotation können nur Tageslichtaufnahmen gebraucht werden, am besten auf Films. Rordamé faßt seine Ergebnisse wie folgt zusammen: Die dichte Atmosphäre ist gegen 800 km tief, gerechnet von der Oberfläche der Wolkenhülle an, nicht von der des Planeten. Die Wolken selber liegen sehr hoch. Die feste Oberfläche des Planeten ist fast nie sichtbar. Er hat eine schnelle Umdrehung, etwas schneller als die Erde und im gleichen Sinne, von West nach Ost. Die Neigung der Achse weicht höchstens 15 Grad von der Vertikalen ab.

Hierzu ist es von Wichtigkeit, daß auf dem Mt. Wilson zwei so ausgezeichnete Beobachter wie St. John und Nicholson das Venusspektrum mit großen Mitteln untersucht haben zu einer Zeit, wo wegen der gegenseitigen Bewegung von Erde und Venus die relative Bewegung der Venus so klein war, daß die Venuslinien sich vollständig von denen der Erdatmosphäre trennten. Unter den Venuslinien war keine Spur von Wasserdampf und Sauerstofflinien zu entdecken. Man müßte also meinen, daß diese beiden Gase sich nur in den unteren Schichten der Venusatmosphäre finden, unterhalb der dichten Wolkenhülle, und daß dann andere Gase darüber lagern wie bei uns die Stickstoffatmosphäre und dann die aus Geokoronium nach der Meinung von Wegener.

Slipher berichtet über seine Ergebnisse der Photographie der Planeten, besonders des Mars an der Flagstaffsternwarte (Pacific Juni 1921). Nötig ist dazu ein starker Refraktor als Kamera, isochromatische Platten und Farbenfilter. Die Versuche begannen 1901 und erstrecken sich auf Mars, Venus, Jupiter und Saturn. 1905 gelangen die ersten Aufnahmen der Marskanäle. Bei der außerordentlichen Kleinheit der Fokusbilder ist eine Vergrößerungslinse in den Strahlengang einzuschalten. Sehr unangenehm ist der Farbenfehler des Objektivs, das nicht für photographische Strahlen gerechnet ist. Hier muß man Farbenfilter zu Hilfe nehmen, so daß man das Licht auf die Platte erhält, für das die Linse geschliffen ist. Sodann ist die Emulsion dieser Wellenlänge anzupassen, wozu viele Versuche nötig sind. Wie genau gearbeitet werden muß, ergibt sich daraus, daß bei einer Brennweite der Kamera von 180 Fuß ein Irrtum von $^1/_{50}$ Fuß deutlich zu merken ist. Die Belichtungszeit hängt ganz von dem Planeten ab, sie ist bei Venus 0,3 Sek., bei Mars 1,5 bis 2,5 Sek., bei Jupiter etwa 5 Sek., bei Saturn 15 bis 35 Sek. Diese kurzen Zeiten sind aber oft für die Unruhe der Luft so lang, daß die Aufnahme mißlingt. Es ist also nach möglichst kurzen Belichtungen zu streben. Diese setzt eine größere Helligkeit der Bilder, also deren Verkleinerung voraus, der dann wieder das Korn der Platte im Wege steht, so daß dies Verfahren auf einen Ausgleich zwischen Maßstab des Bildes und Belichtungszeit hinauskommt. Bei dem angewandten System einer äquivalenten Brennweite von 180 Fuß hat man eine Vergrößerung des Bildes von 200, das ist für den Mars in Erdnähe 4—6mal die Größe des Mondes für das bloße Auge. Es sind gegen 250000 Planetenaufnahmen gemacht worden. Wenn auch in gewissen Fällen das Auge Einzelheiten besser wahrnimmt wie die Platte, so liegt deren Stärke in der richtigen gegenseitigen Lage der Objekte auf der betreffenden Oberfläche. Das tritt besonders bei Jupiter hervor mit seinen so starken Veränderungen. Die Veränderungen des Mars während des Marsjahres lassen sich dauernd beaufsichtigen, und Lampland stellt eine große Anzahl Sätze auf, die photographisch abgeleitet sind. Er knüpft daran eine Darstellung der Marsphysik, die Kälte scheint ihm nicht so hoch, wie man meist angibt, Wasser und Sauerstoff kommen dort sicher vor, also seien die Bedingungen für organisches Leben gegeben. Und die Kanäle sollen auf Vegetation zurückzuführen sein, wie ihre Veränderungen und andere dunkle Stellen beweisen. Da seiner Meinung nach Pflanzen und Tiere nicht eins ohne das andere bestehen können und beide derselben Herkunft seien, so ist ihm auch das Vorhandensein von Tieren sicher. Damit dürfte Lampland zwar den Lowellschen Traditionen seiner Sternwarte treu geblieben sein, aber in der Astrophysik allein dastehen.

Die Veröffentlichung Nr. 77 des Postsdamer astroph. Observatoriums befaßt sich in zwei Arbeiten mit der Geologie des Mondes. Der erste Teil enthält die Bearbeitung Wilsings früherer Messungen über das Rückstrahlungsvermögen, die Albedo, einer größeren Anzahl von Stellen auf dem Monde, und entsprechend Messungen an irdischen Gesteinen, deren Verhalten Anhaltspunkte geben könnte für die dort möglicherweise vorkommenden Mineralien. Hier diente die Albedo der Kreide als Einheit. Manche Mineralien gehen dann auf den äußerst niedrigen Betrag von 0,05 bis 0,021 herab, wie ein Obsidian vom Hekla. Auf den Mondphotographien fallen ja die sehr starken Unterschiede auf, fast schwarze Stellen neben glänzenden Flächen. Er ergibt sich auch die Mondalbedo im ganzen zu 0,073, einzelne Stellen zu 0,242 und 0,029 in den Extremen, also helle Stellen wie Quarzporphyr neben dunkelsten Laven und Obsidianen. Pickering hat an 60 Stellen die Mondoberfläche gemessen und findet Helligkeitsunterschiede von 5,5 Größen, das ist der 160fache Betrag. Gelegentliche Messungen ergaben für Mars die Albedo 0,15, für Jupiter 0,56. An diese Messungen schließt nun Wilsing eine Entwicklungsgeschichte des Mondes an, die im wesentlichen vulkanisch ist. Er sucht für alle Erscheinungen auf dem Monde parallele Erscheinungen in der Geologie der Erde. Insbesondere verwendet er die sich aus der Beobachtung der tätigen Vulkane mit den Lavaseen ergebenden Schlüsse in weitem Maße auf die Entstehung der Kratergebilde auf dem Mond. Wilsing verhält sich ablehnend gegen die Meteorfallhypothese, die darauf beruhende Arbeit von Wegener war noch nicht erschienen. Er zieht neben vulkanischen Erscheinungen rein tektonische Vorgänge in Betracht, wie sie auch in dem zum Vergleich herangezogenen Nördlinger Ries zutage treten. Die großen Gebirge werden als Horstgebirge aufgefaßt und eine Ähnlichkeit mit den Horsten der Insel Island festgestellt. Die Entstehung der hellen Strahlensysteme legt Wilsing in eine sehr frühe Zeit, vor der Entstehung der anderen Mondgebilde. Es sind Begleiterscheinungen der ersten großen Zentraleruptionen. Ströme sehr heißer und leichtflüssiger Lava, welche sich über die damals stetig gegen das Zentrum des Ausbruches ansteigende Mondoberfläche verbreiten konnten. Auf dieser entstanden dann später die anderen Gebilde, ohne sie zu zerstören, durch Aufwölbung, dabei sind dann die Streifen geblieben. Diese Lavaströme gab es je nach ihrem Gasgehalt verschiedener Art, wie man in Hawaii studieren kann. Beide haben verschiedene Zusammensetzung, und darauf ist die so verschiedene Albedo der hellen und dunklen Flächen zurückzuführen. Polarisationsbeobachtungen können darüber vielleicht noch Aufschluß geben, ebenso Mondaufnahmen mit Farbenfiltern im kurzwelligen Teil des Spektrums.

Eine Bemerkung zur Lichtgeschwindigkeit findet sich im Bull Nr. 763 der Harvard-

sternwarte. Im Sternhaufen Messier 5 finden sich zahlreiche veränderliche Sterne, deren Lichtkurven sehr genau bekannt sind. Durch Aufnahme der photographischen und visuellen Lichtkurve ließ sich ein etwaiger Unterschied in der Geschwindigkeit des gelben und des blauen Lichtes feststellen, indem durch entsprechend farbenempfindliche Platten die Zeiten der Maxima an 9 Sternen festgestellt wurden. An 12 Sternen wurden die Unterschiede der Zeiten des größten Lichtes photographisch und visuell festgestellt. Es stellte sich heraus, daß bei diesen 21 Sternen ein Zeitunterschied nicht festzustellen war. Aus dem geringen Betrag des wahrscheinlichen Fehlers der Messungen ergibt sich für Wellenlängen, die um 20 % verschieden sind, daß diese 40000 Jahre durch den Raum nebeneinander herlaufen, ohne mehr als etwa 2 Minuten gegeneinander zu gewinnen, falls diese Differenz wirklich reell ist. Die Geschwindigkeit beider Lichtwellen unterscheidet sich pro Sekunde um noch nicht 5 cm, das macht auf der Wanderung im Raum eine Sekunde auf 300 Jahre. Während die Lichtgeschwindigkeit auf $^1/_{10000}$ bekannt ist, ist der Unterschied der Geschwindigkeiten für gelb und blau bekannt auf 1 zu 10 Billionen. Die große Genauigkeit dieser Bestimmung kommt von der großen Zahl der beobachteten Sterne und dem Abstand von 40000 Lichtjahren der Lichtquelle von der Erde.

Van Maanen gibt eine Fortsetzung seiner Untersuchungen über innere Bewegungen an vier Spiralnebeln (Pop. Astronomy 1921, August). Die Nebel Messier 101, 33, 51 und 81 sind auf einer größeren Anzahl von Platten aufgenommen mit längeren Zwischenzeiten. Sie zeigen gemeinsam dieselbe Art von Bewegungen, solche der Rotation um den Knoten in der Mitte und solche der Bewegung der Materie von innen nach außen längs den Armen. Die Rotation kommt heraus für Messier 101 zu 85000 Jahren, für 51 zu 45000, für 81 zu 58000 und für 33 zu 160000 Jahren. Bei Messier 101 scheint die innere Bewegung für alle Punkte die gleiche zu sein, bei den andern mit dem Abstande von der Mitte nach außen hin zuzunehmen, und zwar ist der Betrag etwa 40 % der Rotationsgeschwindigkeit. Van Maanen glaubt hier eine Bestätigung der kosmogonischen Ansichten von Jeans zu haben. Die anfänglich vorhandene rotierende Linse unterlag einer Anziehung von außen, die eine Art Gezeitenwirkung hervorrief. So bilden sich zwei gegenüberliegende Punkte, diese ziehen Materie an sich, diese wird in zunehmendem Maße ausgeworfen und ergibt so die Arme, deren Form zwar die Analysis nicht berechnen kann, aber die langen Ströme gasiger Materie müssen der Länge nach unstabil werden, und danach streben, in Knoten zu zerfallen. Im Gegensatz dazu neigt die neuere Forschung dazu, in den Spiralen selbständige Weltgebilde in der Art der Milchstraße zu sehen.

Über Veränderungen im Krebsnebel im Stier berichtet Lampland (Pacific, April 1921). Drei veränderliche Nebel waren bisher bekannt, deren Veränderlichkeit aber ohne Zweifel mit den zugehörigen Fixsternen zusammenhängt. Ganz anders ist die dieses Nebels, der seit 1913 unter photographischer Aufsicht steht. Es ist dabei nötig, immer gleiche Platten, gleiche Belichtungen, Entwicklungszeiten und Entwickler zu benutzen. Das Material ist am 40zölligen Lowell-Refraktor gewonnen, und die Platten sind mit dem Blinkkomparator verglichen, der mit einem Blick etwaige Verschiedenheiten zu erkennen gestattet. Denn der Krebsnebel ist im Vergleich zu den drei anderen stark veränderlichen ein sehr schwieriges Objekt. Er gleicht einem Oval, bestehend aus einem groben Netz, das am Rande stark ausgefasert ist. Die nähere Prüfung der Bilder zeigt nun, daß das Gebilde in mehrere Flächen zerfällt, die sich einzeln verändert haben. Es treten Verdichtungen auf, die ihre Konturen ändern, andere vergrößern sich, eine Stelle zeigt einen Doppelstern, den eine Nebelverdichtung umgibt, die sich langsam von dem Stern zurückzieht. Ein früher lichter Raum füllt sich langsam mit Materie an. Auch jene dünnen Fäden des Netzes zeigen Veränderungen auf dem nebligen Hintergrund. Andere Stellen dagegen sind unverändert geblieben, vielleicht weil die Zeit der Beobachtung noch zu kurz ist. Auch das Spektrum des Nebels ist einzigartig, wie Slipher nachgewiesen hat, da es Emissionslinien von sehr ungewöhnlichem Charakter zeigt. Die Untersuchungen sollen fortgesetzt werden.

Fessenkoff im Charkow hat die Albedo der Erde von neuem zu bestimmen sich bemüht. Der einzige mögliche Weg ist der indirekte Weg, aus dem Vergleich der Helligkeit des Mondes bald nach Neumond in dem von der Erde und dem von der Sonne beleuchteten Teil. Es werden dazu bestimmte Teile der Mondoberfläche herausgegriffen und miteinander verglichen. Ebenfalls ist bei jeder Messung der Einfluß des hellen Himmelshintergrundes zu berücksichtigen, wegen des durch die Atmosphäre verstreuten Lichtes, das von dem Mondlicht abzuziehen ist. Wegen des sehr großen Helligkeitsunterschiedes der von der Erde und der von der Sonne beschienenen Teile ist bei Messung der letzteren die Helligkeit stark abzublenden, was durch Vorschalten eines Diaphragmas erreicht wird, dessen Durchmesser mittels eines Keiles mit Millimeterteilung bestimmt wird. Es wurden ferner immer mehrere Sätze von Beobachtungen mit verschiedenen Diaphragmen gemacht. Unter Berücksichtigung des so sehr verschiedenen Reflexionsvermögens verschiedener Teile der Mondoberfläche ergibt sich dann die Albedo der Erde zu 0,67 mit einem mittleren Fehler von 0,032, dessen Größe von der Ungenauigkeit der zugrunde liegenden Lambertschen Formel herrührt, so daß aber die erste Dezimale jedenfalls noch als richtig anzusehen ist. Die

Erde strahlt also die reichliche Hälfte des von der Sonne kommenden Lichtes wieder zurück, meist infolge der starken Bewölkung in ihrer Atmosphäre.

Das Aufsuchen unsichtbarer Sonnenflecke beschreibt Hale im Pop. Astronomy, Februar 1922. Die unveränderliche Anwesenheit eines magnetischen Feldes, die Radialbewegungen der überlagernden Gase aller Schichten, das Hineinfließen der benachbarten Hervorragungen, der Bau der Wasserstoffflocken beweisen, daß die Sonnenflecken Wirbel sind, den irdischen Tornados vergleichbar. Ein Fleck ist dann sichtbar, wenn in dem Wirbel hinreichend abgekühlte Schichten vorkommen. Ist aber die Abkühlung nicht groß genug, dann ist der Fleck nicht sichtbar, obwohl er durch den Zeeman-Effekt nachweisbar ist. Gewisse Erscheinungen an den Flecken und an den zweipoligen Gruppen, wo das kleinere Glied in kurzen Zwischenzeiten erscheint und verschwindet, geben die Möglichkeit nach Stellen unsichtbarer Flecken zu suchen. Der 75 füßige Spektrograph des 150 füßigen Turmteleskopes, eingestellt auf die Linie 6173 ließ die Sonne absuchen, und Hale hat mit Ellerman zusammen eine Anzahl Stellen gefunden, an denen sich bald darauf in der Tat Flecken bildeten, die also bei ihrer Auffindung noch unsichtbar waren.

Die größte bisher bekannt gewordene Eigenbewegung hat der von Barnard vor wenigen Jahren gefundene sog. Schnelläufer im Ophiuchus, mit 10,3 Sek. Eigenbewegung im Jahre. Von ihm ist ferner durch spektroskopische Messungen festgestellt, daß er sich mit 106 km in der Sekunde auf uns zu bewegt. Nun hat Fuß in Neubabelsberg soeben eine sehr genaue Bestimmung der Parallaxe vorgenommen, und sie zu 0,531 Sek. bestimmt, mit einer Unsicherheit von nur 0,010 Sek. Die von ihm erhaltene Eigenbewegung beträgt 10,287 Sek. in Deklination, während der Betrag in RA von 0,048 Zeitsek. sehr unbedeutend ist. Jene Eigenbewegung bezogen auf die angegebene Parallaxe gibt einen linearen Wert von 90 km senkrecht zur Gesichtslinie; nimmt man den gegebenen Betrag in der Gesichtslinie hinzu, so ergibt sich eine räumliche Geschwindigkeit von 139 km gegen die Sonne gerichtet. Der Stern, 9,4 Größe, gehört zu den Zwergsternen, setzt man die absolute Helligkeit des Sirius zu 1000 an, so ist die der Sonne nur 34, während der Barnardsche Schnelläufer nur $^1/_{50}$ hat, er ist also nur an absoluter Helligkeit gleich $^1/_{1700}$ der Sonne. Der Stern gehört also trotz seiner Kleinheit zu den nächsten Nachbarn der Sonne. Der allernächste Stern, die sog. Proxima Centauri mit einer Parallaxe von 0,78 Sek. ist sogar nur von der 11. Größe, ebenfalls ein Zwergstern, seine absolute Helligkeit beträgt nur $^1/_{13660}$ der absoluten Helligkeit der Sonne.

Riem.

Zur physikalischen Chemie der Bleioxyde.

Bleioxyd, technisch Bleiglätte genannt, kommt in mehreren Modifikationen vor. Man unterscheidet sie nach der Farbe, die von gelb über verschiedene Brauntöne in Rot wechselt. Als bestimmt voneinander verschiedene Formen des Bleioxyds sieht man in der Regel jedoch lediglich die rein gelbe und die rote Modifikation an, während die braunen technischen Produkte als nicht näher zu kennzeichnende „verunreinigte" Stoffe gelten.[1]) Über die Beziehungen, die zwischen gelbem und rotem Bleioxyd bestehen, herrscht noch keine einheitliche Auffassung. Meist nahm man an, daß die gelbe Form eine metastabile Modifikation darstelle, die zu der roten im Verhältnis der Enantiotropie stehe. Ruer[2]) stützte diese Auffassung durch Löslichkeitsbestimmungen, bei denen sich die gelbe Form in der Tat als leichter löslich erwies. Nunmehr hat S. Glasstone[3]) die physikalische Chemie der Bleioxyde einer eingehenden Untersuchung unterworfen, die die bisher so unklaren Verhältnisse zu deuten erlauben scheint.

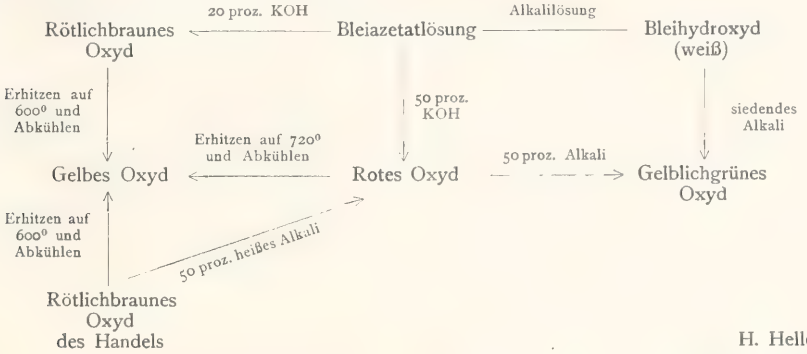
Glasstone bestimmte zunächst die Teilchengröße der verschiedenartig gefärbten Oxyde —, ein Verfahren, das nach den damit an anderen Stoffen gewonnenen Erfolgen nahelag, merkwürdigerweise bisher noch nicht benutzt wurde. Es ergab sich bei der mikroskopischen Teilchenmessung, daß jeder „Form" des Bleioxyds eine bestimmte und in hohem Grade konstant bleibende Größe ihrer Teilchen zukommt. So sind die roten Teilchen 3—5 μ groß. Werden sie auf ca. 700° erhitzt, so ballen sie sich zu gelben Aggregaten von etwa 15 μ Durchmesser zusammen, die aber beim Abkühlen und unter leichtem Druck zu Teilchen von 0,7—1,5 μ zerfallen, denen alsdann eine braune Farbe entspricht. Die Teilchen der im Handel anzutreffenden rötlichbraunen Form sind ebenfalls ziemlich gleichmäßig 0,7 μ groß. Die verschiedenen Farben des Bleioxyds beruhen mithin lediglich auf der verschiedenen Teilchengröße. Die größten Teilchen weist die gelbe Form auf. Ihrer Natur nach sind aber diese Teilchen lediglich Aggregate derselben Teilchen, aus denen die rote Form besteht. An der Löslichkeit beider Formen in normaler Natronlauge läßt sich dieser Befund auch rein chemisch erhärten. Glasstone berechnete bei dieser Gelegenheit auch die Dissoziationskonstante der sich beim Lösen des Bleioxyds in Wasser bildenden Säure $H \cdot HPbO_2$. Sie beträgt $1{,}32 \cdot 10^{-12}$.

Nachdem der Charakter der verschieden gefärbten Bleioxyde aufgeklärt ist, tritt Glasstone in einer zweiten Arbeit der Frage nach den wechselseitigen Beziehungen beider Formen nahe.[4])

[1]) Vgl. Pick und Ahrens, Blei; Abeggs Handbuch III, 2, S. 673.
[2]) Zeitschr. f. anorg. Chemie 50, S. 265, 1906.
[3]) Journ. of the Chem. Soc. London 119, S. 1689, 1921.
[4]) Ebenda, 119, S. 1914, 1921.

Läge, wie bisher angenommen wurde, Enantiotropie vor, so müßten beide Formen ausgesprochen verschiedenen Energieinhalt haben. Um dies zu prüfen wurden Halbelemente der Form Blei/Bleioxyd/n.Natronlauge hergestellt, wobei je eine der beiden Extremformen des Oxyds eingeschaltet wurde. Jedes dieser Halbelemente wurde einem Vergleichs-Halbelement aus Quecksilber/Quecksilberoxyd/n.Natronlauge verbunden. Bei 20° ergab sich in allen untersuchten Ketten fast die gleiche elektromotorische Kraft. Die freie Energie der Umsetzung $2\,PbO = 2\,Pb + O_2$ ist mithin unabhängig von der Form des angewandten Oxyds. Diese Oxyde können also nicht in allotropem Verhältnis zueinander stehen. Der Einwand, daß die Unterschiede in den freien Energien vielleicht nur gering sein können, ist nicht bindend, denn nach den ziemlich genau ausgeführten Untersuchungen von Germs[1]) liegt der „Umwandlungspunkt" beider Formen bei 587°, also so hoch, daß die Energieunterschiede sehr groß sein müßten. Die Messung der EMK beider Bleioxyde dürfte im Verein mit den vorher beschriebenen Untersuchungen entgültig gegen die Annahme einer Enantiotropie beider Formen entschieden haben. Sowohl Dichte wie Kristallform beider Modifikationen, die in früheren Arbeiten gern für eine Enantiotropie in Betracht gezogen wurden, sind derart unbestimmt und widerspruchsvoll in der Literatur angegeben, daß dauerhafte Schlußfolgerungen hieraus nicht gezogen werden dürfen. Dagegen sind die Befunde von Glasstone durchaus eindeutig. Insbesondere klärt er auch die Frage nach dem bisher doch vermuteten, ja sogar „gemessenen" Umwandlungspunkte der beiden Formen. Er konnte nachweisen, daß diese „Umwandlungstemperatur" überhaupt nicht konstant ist, sondern von dem Verteilungsgrad der roten Form abhängig ist.

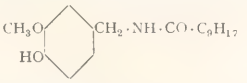
Nachstehend sei eine schematische Übersicht angeführt, aus der die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Bleioxydmodifikationen ersichtlich sind:



H. Heller.

Pfeffergeschmack und chemische Konstitution.

Einen Beitrag zu der allgemeinen Frage nach dem Zusammenhang zwischen Geschmack und chemischer Konstitution liefern Erwin Ott und K. Zimmermann.[2]) Nachdem man den scharfen, beißenden Geschmack des schwarzen, weißen und des langen Pfeffers lange Zeit dem Piperin, einem ziemlich kompliziert gebauten Stoff aus mehreren Ringsystemen, zugeschrieben hatte, wies Nelson[3]) nach, daß der wirksame Bestandteil des spanischen Pfeffers das Capsaicin sei, dessen Isolierung und Reindarstellung zu der folgenden Konstitutionsformel führte:



Es handelt sich mithin um ein Derivat des Vanillins, dessen Aldehydgruppe durch Säureamid substituiert worden ist. Wurde in diesem Stoff die freie Hydroxylgruppe methyliert, also gleichfalls in CH_3O— übergeführt, so verschwand der Pfeffergeschmack. Ott und sein Mitarbeiter variierten nun jeweils die verschiedenen reaktiven Gruppen in obenstehender Formel und konnten so in der Tat klarlegen, daß der pfeffrige Geschmack in naher direkter Abhängigkeit von der chemischen Konstitution steht. Ohne die hier nicht interessierenden experimentellen Mitteilungen näher zu berühren, kann man das Ergebnis dieser Untersuchungen folgendermaßen zusammenfassen:

Die bisher bekannten Stoffe mit pfeffrigem Geschmack sind Säureamide aus ungesättigten Säuren mit Oxy-benzylaminen. Oxy-benzylamine sind nötig, weil Beseitigung oder Substitution der phenolischen Hydroxylgruppe den Pfeffergeschmack alsbald zum Verschwinden bringt. Beispiel: das schon genannte Capsaicin. Ungesättigte Säuren sind Bedingung, weil die

[1]) Dissertation Groeningen 1917.
[2]) Annalen der Chemie 425, S. 314, 1921.
[3]) Journ. of the Americ. Chem. Soc. 41, S. 1115 u. 2121, 1919.

entsprechenden Stoffe mit einem gesättigten Säureradikal geschmacklos oder wenigstens nicht scharf schmeckend sind. Beispiele: Die Vanillylamide der Crotonsäure, der Nonylensäure, der Ölsäure, der Zimtsäure schmecken pfeffrig, die der (gesättigten) Palmitin- und Stearinsäure sind fast oder völlig geschmacklos.[1]) Es ergab sich ferner, daß die gegenseitige Stellung der Substituenten des Benzolkerns von Einfluß auf den Geschmack ist.[2]) So sind Stoffe mit der p-Stellung von Hydroxyl zur CH_2NH-Gruppe besonders scharf. Schon das nich substituierte Vanillylamid schmeckt sehr scharf pfeffrig, duftet dabei gleichzeitig aprikosenähnlich! Läßt man im Vanillylamid die Oxy- und die Methoxygruppe ausfallen, so bleibt Benzylamid übrig, das gleichfalls nach Aprikosen duftet, aber geschmacklos ist. — Die CH_3O-Gruppe verstärkt den Geschmack, beeinflußt ihn gleichzeitig aber auch nach der aromatischen Seite. (Es ist bemerkenswert, daß die Methoxygruppe auf die Farbe und den Duft in gleicher Weise einwirkt! Ref.) Das Vanillylamid der Zimmtsäure zeichnet sich durch einen milden aromatischen, wenn auch ausgeprägt pfeffrigen Geschmack aus. — Endlich ist hervorzuheben, daß die Olefinkarbonsäuren mit mittleren Kohlenstoffzahlen (etwa 9—11 C) die entschiedensten Vertreter des Pfeffergeschmacks stellen.

Heller.

Farbenpsychologische Studien an Kindern.

Die Möglichkeit Farben zu messen und damit eindeutig zu kennzeichnen, hat für psychologische Untersuchungen, die sich farbiger Eindrücke bedienen, besondere Bedeutung. Von der Reproduzierbarkeit der angestellten und in der Literatur mitzuteilenden Arbeiten abgesehen, ist dem Experimentator nunmehr ein Mittel in die Hand gelegt, bei Versuchen mit verschiedenen Farben untereinander vergleichbare Ergebnisse zu erlangen. Denn es lassen sich jetzt nicht nur gemessene Farben an sich auswerten, sondern ihre Abwandlungen hinsichtlich Farbton, Reinheit und Helligkeit sind eindeutig festgelegt und nicht mehr der willkürlichen Abschätzung überlassen. Ältere Versuchsreihen, die unter Zuhilfenahme gemessener bzw. genormter Farben wiederholt werden, erhalten durch diesen Umstand einen oft sehr andersartigen Charakter. Ein Beispiel bieten C. Paul und W. Ostwald[1]) in einer Untersuchung über „die Lieblingsfarben der Kinder".

Es handelt sich in dieser Untersuchung lediglich um statistische Vorarbeiten an einem größeren möglichst inhomogenen Schülermaterial, die zum Ausdruck bringen, daß und welche bestimmten Farben die Kinder „vorziehen", woraus sich dann ein erster Schluß auf die psychische Wirksamkeit der Farben, die qualitativ längst bekannt ist, ziehen lassen würde. Zur Prüfung gelangten insgesamt 1149 Kinder im 4.—8. und 1.—3. Schuljahr. Es wurden ihnen Tafeln eines wertgleichen Kreises (nc) mit den 8 Hauptfarben vorgelegt. Jedes Kind schrieb dann die ihm am besten gefallende Farbe auf, wobei auf geheime Bildung und Bekanntgabe des Urteils Wert gelegt wurde. Bei den Kindern im 1.—3. Schuljahre wurden nur die 4 Urfarben (nach Hering) gezeigt. Das Urteil war ganz entschieden für bestimmte Farben. Nachstehend sind die Gefallend-urteile prozentual wiedergegeben.

	Gelb	Kreß	Rot	Veil	Ublau	Eisblau	Seegrün	Laubgrün
1.—3. Jahr	16		50		23		12	
4.—8. Jahr	3,5	5,1	38,7	26,3	9,6	2,4	1,4	9,4

Aus dieser (im Original weiter spezialisierten) Übersicht geht zunächst ganz unzweifelhaft hervor, daß Rot in der Farbenempfindung der Kinder weitaus die bevorzugte Rolle spielt, ja in den ersten Jahren alle anderen Farben stark überwiegt. Die bekannte Wirkung des Rot auf Tiere und primitive Völker findet also durchaus ihre Bestätigung. An Beliebtheit kann sich damit nur Veil messen, für das in den ersten Jahren Ublau tritt, da Veil hier nicht gezeigt worden war. Aus diesem Befund ist nun weiter zu folgern, daß es lediglich die Farbtöne sind, die das Werturteil des Kindes beeinflussen, nicht aber, wie gelegentlich vermutungsweise ausgesprochen worden ist, die Helligkeit der Farben. Denn Gelb, die hellste Farbe des Spektrums wie des 100teiligen Farbkreises, nimmt eine Durchschnittsstellung ein, ebenso Blau, das am dunkelsten ist.

In späteren Lebensjahren verbreitert sich buchstäblich das Farbgebiet, an dem das Kind das höchste und unmittelbarste Wohlgefallen hat, denn man sieht neben dem dem Rot nächstbenachbarten Veil das Ublau und Kreß bevorzugt. Seegrün tritt dagegen sehr auffallend zurück. Desgleichen findet das eisblaue Gebiet wenig Liebhaber.

Die Mitteilung berichtet des weiteren über Untersuchungen an Knaben getrennt von Mädchen, an begabten und unbegabten Kindern, alle jeweils in verschiedenen Altersstufen geprüft. Das Gesamtergebnis ist im ganzen dasselbe wie oben

[1]) Dieser Befund steht in Widerspruch zu einigen Ergebnissen von Nelson!

[2]) Die Stellung einzelner Gruppen im Molekül zueinander ist von Einfluß auch auf die physiologische Wirksamkeit. Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XX, S. 446, 1921.

[1]) Die Farbe, 1922, 100, S. 289.

angegeben. Nur für die Knaben liegen die Werte zum Teil beträchtlich abweichend, wenn man sie mit denen der Mädchen vergleicht. Die Vorliebe für Rot nämlich liegt bei den Knaben bei nur 40, bei den Mädchen dagegen bei 61 % vor. Dafür tritt bei den Knaben eine Vorliebe für Laubgrün mit 12 % auf! Die größere Feinheit der Empfindung liegt also, zum mindesten in den untersuchten Altersstufen, bei dem männlichen Geschlecht, wogegen die Intensität der Farbenfreude bei beiden Geschlechtern gleich zu sein scheint.

Am bemerkenswertesten aber ist die bereits hervorgehobene Abneigung sowohl der Knaben wie der Mädchen aller Alters- und Begabungsstufen gegen Eisblau und Seegrün. Diese Erkenntnis reicht über den engen Rahmen der vorliegenden Untersuchung hinaus. Jeder Beschauer des Ostwaldschen Farbtonkreises ist im Anfang über die große Ausdehnung der Grün- und benachbarten Töne erstaunt und meint hier entschieden einen Fehler, zum mindesten eine Unfertigkeit des gesamten Kreises zu finden. In der Tat haben einzelne Kritiker Ostwalds die Ausdehnung des Grün beanstandet und darauf verwiesen, daß nach dem „Gefühl", das nach dem Spektrum orientiert wird, die Grüntöne einzuschränken seien. Auch die vermeintlich kleineren Unterschiede zwischen je zwei aufeinander folgenden Farben in diesem Teil des Kreises schienen eine Stütze dieser Auffassung zu sein. Nun widerspricht bereits die Ordnung des Kreises nach dem Grundsatz der Gegenfarben einer- dem des chromatischen Schwerpunkts andererseits [1]) jeder Willkür, so daß die Anzahl der eisblauen und grünen Töne notwendig und nicht aus Mangel an Besserem oder „Richtigerem" entsteht. Ferner hat Ostwald darauf hingewiesen, daß gerade die in diesem Gebiet liegenden Farben in der Natur selten oder überhaupt nicht vorkommen, so daß wir keine Gelegenheit haben sie kennen und in feinerer Weise unterscheiden zu lernen. Niemand wird diesen Farben deswegen die Realität bzw. die Gleichberechtigung neben den anderen reinen Farben absprechen wollen! Die vorliegende Untersuchung bringt für die letzte Erklärung Ostwalds einen besonders ausdrucksvollen Beleg. Sagt der Versuch an den Kindern doch gleichfalls, daß diesen das eisblaue und das seegrüne Gebiet nicht vertraut sind, denn ihr Gefallen meidet die hier vorkommenden Töne ganz offenkundig. Es bedarf kaum des Beweises, daß die beherrschende Stellung des Rot und seiner Nachbarfarben (auch in späteren Entwicklungsjahren) mit einer hochgesteigerten Empfindlichkeit in diesen Farben parallel gehen muß; sind die roten Farben doch gewissermaßen psychologische Urfarben. Ein jeder Farbtonkreis, der lediglich nach dem „Gefühl" aufgebaut ist, leidet mithin unter diesem, nunmehr genetisch verständlichen Fehler des Vertrautseins mit Rot, der Vernachlässigung des Eisblau bis Grün andererseits. Auch der Künstler, der in diesen mathetischen Fragen gern angerufen wird, unterliegt, der Stärke seines Gefühlslebens entsprechend, dieser „Täuschung". So wird es verständlich, weshalb beispielsweise der von Chevreul aufgestellte Farbenkreis diesen Mangel zeigt. Auch dieser sonst wissenschaftlich wohl durchdachte Kreis ist hinsichtlich der Farbtöne nach Gefühl gebaut worden.

Es ist anzunehmen, daß den hier erstmalig unternommenen Untersuchungen zur messenden Farbenpsychologie weitere bedeutungsvolle Ergebnisse beschieden sein werden. H. Heller.

[1]) Vgl. „Ostwalds Forschungen zur Farbenlehre" vom Verf., Naturw. Wochenschr. N. F. 19, S. 129, 1920.

Bücherbesprechungen.

Bruns, Ferd., Die Zeichenkunst im Dienst der beschreibenden Naturwissenschaften. Mit 6 Abbildungen im Text und 44 Tafeln. VIII, 100 S. 4°. Jena 1922, G. Fischer. 90 M. und Zuschläge.

Für den Naturwissenschaftler ist das Zeichnen von allergrößter Bedeutung, nicht nur zur Darstellung des von ihm zu Schildernden, sondern vor allem auch zur eigenen Schulung, um sich selbst über das Geschaute klar zu werden, um Sehen zu lernen. Daß seine Ausbildung dieser Bedeutung gerecht würde, kann wohl niemand behaupten. Die Folgen davon lehrt jeder Blick in illustrierte naturwissenschaftliche Werke, lehrt vor allem die Überhandnahme der photographischen Illustration, die, ohne ihre Bedeutung für viele Fälle zu verkennen, in den meisten Fällen doch nur ein ganz ungenügender Ersatz ist und vor allem die Selbstschulung des Forschers umgeht.

Der Zeichenunterricht in den Schulen; selbst in den Realanstalten, der schon früher ein Stiefkind der Ausbildung war, geht neuerdings Wege, die vom naturwissenschaftlichen, d. h. genauen Zeichnen weitab führen. An manchen Universitäten werden Kurse in naturwissenschaftlichem Zeichnen abgehalten, die aber günstigsten Falles doch immer nur wenigen zugute kommen.

Diese Ausbildungslücke, die wohl jeder Naturwissenschaftler schon empfunden hat, will nun das Brunssche Buch ausfüllen. Es wendet sich an geistig Reife, will also nicht nur technische Ratschläge erteilen und Hilfsmittel bringen, sondern vor allem auch die Theorie des Zeichnens lehren, das Objekt richtig zu sehen und zu verstehen,

und zu verstehen, warum und wie zu zeichnen ist; denn nur das theoretische Verständnis kann zum richtigen Zeichnen und zur Ausnutzung aller Möglichkeiten führen.

Der Verf., selbst Naturwissenschaftler und Zeichner, anerkannt vorzüglicher Illustrator naturwissenschaftlicher Werke (Schmeils Lehrbücher usw.), verfügt außerdem über jahrzehntelange pädagogische Erfahrungen als Zeichenlehrer an niederen und höheren Schulen. So erscheint er von vornherein besonders berufen zur Abfassung eines solchen Buches; und daß er es auch ist, wird jeder empfinden, der dieses in die Hand nimmt. Die völlige, auch theoretische Beherrschung des ganzen Gebietes, die höhere Warte, von der aus jede einzelne Frage behandelt wird, erheben das Buch weit über etwa einen technischen Leitfaden.

Eingeleitet wird es durch ein Kapitel über das Zeichnen der Primitiven, der Urvölker, Kinder usw., das eine Fülle überraschender Einblicke in die Entstehung bildlicher Darstellung erschließt, das ganz besonders den Psychologen und Völkerkundigen interessieren dürfte, aber auch erkennen läßt, wie die Ursachen so mancher Fehler und Schwierigkeiten im Zeichnen auf psychologische Vorgänge zurückzuführen sind, die heute noch beim ungeübten Gebildeten ebenso verlaufen, wie bei den noch lebenden oder schon längst ausgestorbenen Primitiven. Das Schlußkapitel bringt eine Geschichte des naturwissenschaftlichen Zeichnens, eine kritische Würdigung der berühmtesten alten naturwissenschaftlichen Bilderwerke, die einerseits unser Erstaunen über das fabelhafte Können, andererseits oft unsere Verwunderung über das ungenaue Sehen erregen. Die wichtigsten Kapitel des eigentlichen Inhaltes sind: Zeichnen nach ebenen bzw. räumlichen Gebilden, Kopieren, Zeichenapparate, Reproduktionstechnik, Perspektive, Silhouette, Licht und Schatten, Spiegelung und Reflex, Zeichnen nach mikroskopischen Präparaten.

Jedes Kapitel beginnt mit einer Übersicht über die historische Entwicklung des Behandelten, setzt die in Betracht kommenden theoretischen Fragen auseinander, zeigt an einzelnen Beispielen, wie und welche Fehler zu vermeiden sind, welche Hilfsmittel unseren Zwecken dienen können usw.

So ist das Werk die erste gründliche wissenschaftliche Darstellung des naturwissenschaftlichen Zeichnens. Es beweist, wie nötig es wäre, an den Universitäten das naturwissenschaftliche Zeichnen als besonderes obligatorisches Lehrfach einzuführen, dürfte aber auch für die Ausgestaltung des Zeichenunterrichtes an den Schulen, der heute zu sehr das Künstlerische auf Kosten des genauen Sehens betont, von allergrößtem Werte sein. Daß es in der Bibliothek keines größeren naturwissenschaftlichen Institutes fehlen darf, braucht eigentlich kaum erwähnt zu werden.

Zum Schlusse ist die für die jetzigen Verhältnisse ganz besonders vorzügliche Ausstattung durch den Verlag hervorzuheben, noch mehr aber der für ein solches Werk ganz ungewöhnlich geringe Preis, der wohl erkennen läßt, daß der Verlag auf eine starke Nachfrage rechnet, die vor allem der Sache wegen auch dringend zu erhoffen wäre.

Reh.

Lorentz, H. A., Einstein, A., Minkowski, H., Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit einem Beitrag von H. Weyl und Anmerkungen von A. Sommerfeld. Vorwort von O. Blumenthal. 4. Aufl. 159 S. Heft 2 der Fortschritte der Mathematischen Wissenschaften in Monographien. Leipzig-Berlin 1922, B. G. Teubner. Geh. 40 M., geb. 48 M.

Das Buch enthält eine Zusammenstellung von Arbeiten über die sog. Relativitätstheorie. Neu hinzugekommen ist in dieser Auflage eine Abhandlung von H. Weyl über „Gravitation und Elektrizität". Als grundlegend ist die Abhandlung „Der Interferenzversuch Michelsons" von Lorentz an den Anfang gestellt; gerade der Inhalt dieser Betrachtung muß jedoch Widerspruch hervorrufen. Lorentz hatte auf Grund der Vorstellung eines festen, absolut ruhenden Äthers eine Theorie der Aberration aufgestellt. Die Gestirne sollten sich durch diesen ruhenden Äther hindurchbewegen. Der Versuch von Michelson lieferte im Gegensatz dazu ganz einwandfrei das Ergebnis, daß der Äther sich so verhielt, als ob er von der Erde in deren näherer Umgebung mitgeführt würde, wie es nicht nur einer älteren Theorie von Stokes, sondern auch dem gesunden Menschenverstande entsprach. Denn eine Bewegung aller Gestirne durch den ruhenden Äther hindurch ist physikalisch nicht recht vorstellbar. Grundsätzliche Bedenken scheinen gegen die Aberrationstheorie von Stokes nicht vorzuliegen (namentlich wenn man die Mitnahme des Äthers durch die Erde nicht als eine Folge der Reibung, sondern mehr als eine Folge der Schwerkraft auffaßt), nur ist die Theorie naturgemäß wesentlich verwickelter. Das scheint der Hauptgrund dafür zu sein, daß Lorentz den geraden und für den physikalisch denkenden Forscher allein gangbaren Weg verwirft und sich mit dem Starrsinn des Theoretikers der gegen ihn sprechenden experimentellen Entscheidung widersetzt. „Die Schwierigkeiten, auf welche diese Theorie (von Stokes) bei der Erklärung der Aberration stößt, scheinen mir zu groß zu sein, als daß ich dieser Meinung sein könnte." — Das ist alles was Lorentz in dieser Abhandlung über die natürliche Auffassung zu sagen weiß, worauf er dann sofort die berühmte Idee der sog. „Lorentzkontraktion" entwickelt. Diese Idee leuchtete selbst den Theoretikern nicht ein und führte weiterhin zu der ganz abstrakten Behandlung des Problems durch Einstein, der den „Lichtäther" dabei kurzerhand als „überflüssig"

abschaffte. Die Ablehnung der Theorie von Stokes durch Lorentz stellt somit den ersten Schritt vom Wege einer anschaulichen, verständlichen Physik dar und bedürfte m. E. einer weit eingehenderen Begründung, damit eine Irreführung der Leser (wie sie tatsächlich in großem Umfange eingetreten ist) von vornherein vermieden wird. Nachdem neuerdings sich Forscher wie Gehrcke und Lenard wiederum entschieden für eine Mitführung des Äthers durch die Erde ausgesprochen haben, müßte in einer künftigen Auflage der Erörterung des Michelsonschen Versuchs ein wesentlich breiterer Raum gewährt werden, damit der Leser sich unbefangen für die anschauliche oder die formalistische Richtung in der Physik entscheiden kann. Eine Anmerkung aus der Feder eines anerkannten Forschers, etwa derjenigen Gehrckes, die darauf hinwiese, daß die Anschauung von Lorentz in der Wissenschaft heute nicht mehr allgemein anerkannt wird, ist hier unbedingt erforderlich, wenn Einseitigkeit vermieden werden soll. Wie weit die nachfolgenden theoretischen Betrachtungen überflüssig gemacht werden, wenn man die Lorentzsche Auffassung des Michelsonschen Versuchs aufgibt, mag dahingestellt bleiben. Ein gewisses Mißverhältnis besteht hier offensichtlich zwischen dem Aufwande an Mathematik einerseits und den sehr dürftigen und umstrittenen physikalischen Ergebnissen andererseits. Auffallend ist, daß in dem Artikel von Einstein über den „Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes" jeder Hinweis auf ältere Arbeiten fehlt; der auf S. 80 von Einstein angegebene Wert stimmt mit dem bereits 1801 von dem deutschen Mathematiker v. Soldner berechneten überein (vgl. Ann. d. Phys. Bd. 65, 1921, S. 593 bis 604), so daß man die von der britischen Sonnenfinsternisexpedition entdeckte Lichtablenkung besser als „Soldnereffekt" und nicht als „Einsteineffekt" bezeichnet. Die umfassende Kritik, die das ganze Gebäude der Relativitätstheorie in neuester Zeit erfahren hat, dürfte in einem so bedeutenden Quellenwerke, das doch der ganzen Wissenschaft und nicht einer bestimmten Parteirichtung dienen will, jedenfalls nicht verschwiegen werden. Fricke.

Schips, Dr. Martin, Mathematik und Biologie. Mathematisch-physikalische Bibliothek, herausgegeben von W. Lietzmann und A. Witting. Bd. 42. 52 S. Mit 16 Figuren im Text. Leipzig und Berlin 1922, B. G. Teubner.

Als oberste Aufgabe biologischen Forschens bezeichnet der Verf. die quantitative Fassung und Ableitung der bei den Lebenserscheinungen verwirklichten Gesetze auf der Grundlage mathematischer Denkweise und Formulierung. Erst dann ist ein Naturvorgang in allen seinen gegenwärtigen, vergangenen und zukünftigen Einzelfällen zu übersehen, wenn es gelungen ist, seinen Ablauf in eine mathematische Formel zu fassen, bei der die Wirkung als abhängige Veränderliche in einer bestimmten Funktion der unabhängig veränderlichen Ursache erscheint. Ihre klassischen Vertreter hat diese Tendenz in Kant (1786) und Laplace (1814) gefunden. Astronomie, Physik und Chemie waren hier in einer sehr viel günstigeren Lage als die Biologie: Es war leichter die für den vereinfachenden Versuch im Laboratorium besser zugänglichen leblosen Objekte zu analysieren, als die im Zusammenhang der freien Natur unter der Wirkung vieler Faktoren stehenden Lebewesen exakt zu erforschen.[1]) So ist die Biologie erst später von qualitativer Beschreibung zu quantitativer Erfassung der Lebenserscheinungen vorgeschritten. Sie verdankt dies wesentlich der planmäßigen Hinzunahme und Anwendung jenes nämlichen experimentellen Verfahrens. Hierfür stellt sie ihre Objekte unter vereinfachte und genau kontrollierte Bedingungen. Denn die Hauptschwierigkeit einer mathematischen Formulierung biologischer Vorgänge ist die jederzeit nur wenig zu beschränkende Vielheit ihrer Ursachen; deswegen tritt eine mathematisch abgeleitete Beziehung, die in der Regel nur einen Faktor berücksichtigen kann, empirisch nie rein hervor. Bei der empirischen Nachprüfung werden aber gerade dadurch jene mitwirkenden Faktoren oftmals erst aufgedeckt. Entsprechenderweise ist die physische Wurflinie nie eine Parabel; sie kann höchstens unter empirisch nicht gegebenen vereinfachenden Voraussetzungen auf eine Parabel zurückgeführt werden. In der Biologie, wo vages Meinen und mancherlei Anthropomorphes allzu leicht an die Stelle exakter Prüfung zu treten pflegt, ist die Mathematik mit ihren objektiven Maßstäben ein wertvolles Korrektiv.

Der Verf. hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, eine vielseitige Auswahl von solchen biologischen Problemen zu bieten, deren mathematische Bearbeitung bereits zu relativ gesicherten Ergebnissen geführt hat. Aus den Größenverhältnissen der Organismen ergeben sich die Probleme der Bewegungsfähigkeit, der Festigung, des Fliegens und Schwebens, der Wärme- und Wasserökonomie. Eine andere Gruppe von Fragen betrifft die Symmetrie der belebten Körper und die Blattstellung. Vom inneren Bau der Organismen sind behandelt: Die mechanische Widerstandsfähigkeit der Röhrenknochen und die Architektur der Spongiosa (Hermann v. Meyer 1873 bzw. 1867), sowie die durch Schwendener (1874) bekannt gewordenen entsprechenden Verhältnisse bei den Pflanzen; das am Vegetationskegel der Pflanzen gefundene Gesetz der rechtwinkligen Schneidung aneinander grenzender Zellwände; der Verlauf der Markstrahlen in exzentrisch ausgebildeten Stämmen; die Berechnungen und Untersuchungen von Hess (1903, 1914) über den

[1]) Die Biologie teilt diese Schwierigkeit der Mathematisierung aus gleichen Gründen mit der Geologie und Meteorologie.

günstigsten Verzweigungswinkel und den günstigsten Querschnittsquotienten der Blutgefäße. Die Psychophysik ist mit dem Weber-Fechnerschen Gesetz vertreten.

Referent glaubt, daß die „mathematische Biologie" wie bisher so auch künftig nur langsam und sporadisch wachsen wird, und sieht den Grund hierfür auf psychologischem Gebiet: Nur selten finden sich produktives mathematisches und biologisches Denken in einem und demselben Forscher zusammen. Diese persönliche Synthese ist aber die Voraussetzung für Fortschritte in der vom Verf. bezeichneten Richtung.

Dr. Norbert Patschovsky.

Stiny, Josef, Technische Geologie. Mit 463 Textabbildungen und einer geologischen Übersichtskarte von Mitteleuropa. 798 Seiten. Stuttgart 1922, Ferd. Enke.

Ein Lehrbuch der technischen Geologie, das auf geologisch-technische Bedürfnisse Rücksicht nimmt, fehlt zweifellos. In dieser Ansicht wird jeder praktisch arbeitende Geologe und jedenfalls auch der Techniker, der sich mit Fragen der Geologie beschäftigt, mit dem Verf. übereinstimmen. Eine Ausfüllung dieser Lücke wäre sicherlich in den beteiligten Fachkreisen aller Anerkennung gewiß.

Das vorliegende Werk ist nun aber weniger eine technische Geologie, obwohl sie sich so nennt, als vielmehr eine Geologie für Techniker. Das aber ist doch ein erheblicher Unterschied. Ob letztere nötig war, wage ich nicht zu entscheiden. Gute Lehrbücher der Geologie in verschiedenem Umfange sind jedenfalls genügend vorhanden, die wohl auch für den, Geologie nebenbei betreibenden Techniker verständlich und ausreichend sind. Man hätte bei dieser Sachlage an Umfang und Preis des Werkes außerordentlich sparen können, wenn man das allgemein Geologische in ihm gekürzt und die Stratigraphie ganz weggelassen hätte. Letztere vor allem zu bringen, war für eine „technische" Geologie keinerlei Veranlassung.

Dafür hätte das Technische, das nun über eine große Anzahl von Kapiteln verstreut ist, straffer zusammengefaßt und vielfach wohl auch ausführlicher gegeben werden können. Damit wäre dem Buche ein großer Dienst erwiesen worden. Ich fürchte, daß die Stoffauswahl und -anordnung weder dem Geologen noch dem Techniker recht behagen wird. Vielleicht wird der Verf. einmal das Technische stärker und übersichtlicher herausarbeiten und so wirklich den beteiligten Kreisen einen Dienst erweisen.

Das wäre die prinzipielle Seite. Bei der Abfassung ist sichtlich das Bestreben maßgebend gewesen, den modernen Anschauungen der Geologie überall Rechnung zu tragen. Über diese und jene Ausführung wird man anderer Meinung sein, oder würde es lieber gesehen haben, wenn nicht eine Lehrmeinung allein — und noch dazu manche recht abseits stehende — vorgetragen worden wäre. Diesem Einwande begegnet allerdings der Verf. von vornherein damit, daß sein Werk nicht für den Fachgeologen bestimmt sei und man dem Techniker die Qual einer Wahl zwischen verschiedenen Meinungen ersparen müsse.

In den technischen Zusätzen und auch im letzten, ausschließlich technischen Teile ist sehr viel Wissenswertes, oft in vorzüglicher Form, gebracht, was man bisher recht mühsam und in den verschiedensten Werken zusammensuchen mußte. Die technische Erfahrung des Verf. spricht hier deutlich mit. Eben deshalb möchte ich nochmals betonen, daß gerade diese Teile — vielleicht bei einer Neuauflage oder in einem besonderen Werke — herausgehoben und vervollständigt werden sollten.

Krenkel.

Literatur.

Lämmel, Dr. Rudolf, Intelligenzprüfung und psychologische Berufsberatung. Zürich-Meilen '22, Verlag des Verf.

Frobenius, Leo von, und Ritter von Wilm, Atlas Africanus. 2. Lieferung. München, C. H. Becksche Verlagsbuchhandlung. 75 M.

Junks Naturführer. Lämmermayr u. Hoffer: Steiermark. Berlin '22, W. Junk. Preis 60 M.

Aus Natur und Geisteswelt. Band 21, R. Vater, Die neueren Wärmekraftmaschinen. I. Einführung in die Theorie und den Bau der Gasmaschinen. 6. Aufl. Leipzig-Berlin '21, B. G. Teubner.

Aus Natur und Geisteswelt. Band 86, R. Vater, Die neueren Wärmekraftmaschinen. II. Gaserzeuger, Großgasmaschinen, Dampf- und Gasturbinen. 5. Aufl. Leipzig-Berlin '22, B. G. Teubner.

Aus Natur und Geisteswelt. Band 28, M. Geitel, Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. 2. Aufl. Leipzig-Berlin '22, B. G. Teubner.

Zimmermann, Prof. Dr. A., Die Cucurbitaceen. Beiträge zur Anatomie, Physiologie, Morphologie, Biologie, Pathologie und Systematik. Heft 1: Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 120 M.

Hirmer, Dr. phil. Max, Zur Lösung des Problems der Blattstellung. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 56 M.

Mitteilungen der Preußischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Koch-Lowartz, Heft 6: Zoologische Bestimmungsübungen. Leipzig '22, Quelle & Meyer.

Inhalt: K. Vogtherr, Ein neues Uhrenparadoxon. S. 497. E. Schalow, Vom Einfluß des Krieges auf die Pflanzenverteilung. S. 499. — Einzelberichte: Riem, Neuere astronomische Arbeiten. S. 503. S. Glasstone, Zur physikalischen Chemie der Bleioxyde. S. 506. E. Ott und K. Zimmermann, Pfeffergeschmack und chemische Konstitution. S. 507. C. Paul und W. Ostwald, Farbenpsychologische Studien an Kindern. S. 508. — **Bücherbesprechungen:** F. Bruns, Die Zeichenkunst im Dienst der beschreibenden Naturwissenschaften. S. 509. H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski, Das Relativitätsprinzip. S. 510. M. Schips, Mathematik und Biologie. S. 511. J. Stiny, Technische Geologie. 512. — **Literatur:** Liste. S. 512.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 17. September 1922. | Nummer 38.

Das Wesen der Schwerkraft.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. phil. **H. Fricke.**

Das Rätsel der Schwerkraft hat die Physiker von jeher lebhaft beschäftigt und steht auch augenblicklich wieder im Mittelpunkte der Erörterung. Eine kurze Betrachtung über diejenige Lösung, die der Wahrheit bisher am nächsten zu kommen scheint, dürfte daher von allgemeinem Interesse sein. Newtons Theorie formuliert bekanntlich nur gewisse Eigenschaften der Schwerkraft mathematisch und ist von Vermutungen über das Wesen der Schwere unabhängig. Eine solche Theorie hat aber stets etwas unbefriedigendes; erst wenn man sich vom Zusammenhange der Schwerkraft mit den übrigen Naturkräften ein anschauliches Bild machen kann, wird man Wert und Geltungsbereich der mathematischen Theorie richtig einschätzen können. Newton selbst hat auch bereits nach einer Lösung gesucht, indem er eine verschiedenartige Dichte des Äthers im Raume annahm, derart, daß die Massen aus den dichteren in die weniger dichten Teile gedrückt würden. Auch die später näher erörterte Stoßtheorie der Schwere war ihm anscheinend bekannt.

In der wissenschaftlichen Literatur wird vielfach die Sachlage so dargestellt, als ob die bisher eingeschlagenen Wege uns der Lösung des Problems nicht erheblich näher gebracht hätten. Im Gegensatz dazu soll hier die Auffassung vertreten werden, daß die vorliegenden Hypothesen die Aufklärung des Problems bereits systematisch vorbereiteten, sich praktisch verwerten lassen, und daß die ihnen entgegenstehenden Schwierigkeiten vielfach stark überschätzt werden. Auf der Braunschweiger Naturforscherversammlung 1897 hat der bekannte Physiker P. Drude eine wertvolle, bisher wenig beachtete Zusammenstellung und Kritik der bis dahin zur Erklärung herangezogenen Vorstellungen gegeben, die dieser Betrachtung zugrunde gelegt werden soll. („Über Fernewirkungen." Ann. d. Phys. 62, 1897.)

Man hat unter Hinweis auf die weitgehende mathematische Ausgestaltung, die die Schwerkrafttheorie Newtons erfahren hat, vielfach die Notwendigkeit anschaulicher Vorstellungen überhaupt bestritten. Wie hier nun gezeigt werden soll, lassen uns gerade die anschaulichen Erklärungsversuche erst die Unvollständigkeiten der Theorie erkennen. Sie führen uns zu einer Reihe von Schlüssen, von denen die bisher geltende Theorie nichts weiß und nichts ahnen läßt, und die sich namentlich auf die im Schwerkraftraume vor sich gehenden Energiebewegungen beziehen. Die Notwendigkeit, die Lücken der Erkenntnis hier durch möglichst plausible Hypothesen zu schließen, mag gegenüber der rein formalen, hypothesenfreien Behandlung der Physik, die in neuester Zeit vielfach als das Ideal hingestellt wird, hier durch einen einfachen Vergleich dargetan werden. Wir können den Kampf ums Dasein um so erfolgreicher kämpfen, je genauer wir die Natur erkennen. Der Forscher befindet sich also in einer ähnlichen Lage wie ein Feldherr im Kriege. Wie würde man nun einen Heerführer beurteilen, der sein Verhalten allein auf die ganz exakten und sicher bewiesenen Nachrichten vom Feinde aufbauen wollte nnd alles nur Vermutete als nicht vorhanden ansehen wollte? Jeder gute Feldherr wird es im Gegenteil für seine wichtigste Aufgabe halten, unter Benutzung der spärlichen exakten Meldungen aus allerlei Anzeichen sich ein möglichst vollständiges Bild vom Feinde, seiner Stärke, seiner Stellung und seinen Absichten zu machen, selbst auf die Gefahr hin, daß das Bild falsch sei. So sind auch in der Wissenschaft die Vermutungen über das Unbekannte vielfach wichtiger und interessanter, als unser spärliches exaktes Wissen. Nichts ist verkehrter, als das Wesen der Physik nur im Messen und Zählen oder in der Beschreibung von Einzelheiten sehen zu wollen; vermag uns doch gerade diese Wissenschaft wie keine andere zu den Grundlagen einer Weltanschauung zu führen, die die Zusammenhänge aller Dinge zu erfassen strebt. Hypothetische Betrachtungen stellen daher hier wie in den meisten Wissenschaften die wichtigste Aufgabe dar.

Zur Erklärung der Fernwirkung der Schwerkraft muß man im scheinbar leeren Raume eine wirksame Substanz annehmen. Besonders gerade und schnell zu einem gewissen Abschluß führend ist der Weg, den der Genfer Mathematiker George Louis Le Sage (1724—1803) in seiner bekannten Stoß- und Schirmwirkungstheorie der Schwerkraft eingeschlagen hat. Er besaß übrigens darin bereits zwei Vorläufer, Nicolas Fatio aus Duiller, der als ein Freund Newtons bezeichnet wird und i. J. 1694 mit Leibniz korrespondierte, und F. A. Redeker, der 1736 als Arzt, anscheinend in Lemgo, lebte. Le Sage übertraf seine Vorgänger jedoch weit durch eine gründlichere und einwandfreiere Behandlung der Aufgabe. Veröffentlicht hat er selbst sehr wenig; seine meist auf der Rückseite von Spielkarten geschriebenen Handschriften befinden sich in der Genfer Bibliothek. Ein Teil der Schriften sowie eine Lebensbeschreibung ist bald nach seinem Tode in Genf veröffentlicht worden; größere

deutsche Arbeiten über ihn scheinen leider nicht vorhanden zu sein.

Die Vorstellungen, mit denen Le Sage arbeitet, sind die gleichen, die sich auch in der modernen kinetischen Theorie der Materie, besonders der Gase, wiederfinden. Nach Le Sage wird der Raum, in dem die Schwerkraft wirksam ist, also der „Schwerkraftsraum", ständig nach allen Richtungen von kleinen Teilchen durcheilt, die eine fast unendlich große Geschwindigkeit besitzen und die als ultramundane — d. h. aus dem Jenseits oder dem Unendlichen kommende — Körperchen oder Korpuskeln (corpuscules ultramondains) bezeichnet werden. Ein einzelnes Atom, das in einem solchen Raume eingebettet ist, erfährt keinen Anstoß zur Bewegung, da die von allen Seiten kommenden Stöße sich gegenseitig aufheben. Bringt man aber zwei Körper hinein, so schützen sie sich gegenseitig vor diesen Stößen und werden dadurch zueinander hingetrieben. Schreibt man den ultramundanen Teilchen eine sehr hohe Durchdringungskraft zu, so daß die Schirmwirkung nicht von der Oberfläche, sondern nur noch von der Masse der Körper abhängt, so kann man tatsächlich das Newtonsche Anziehungsgesetz aus der Vorstellung des Le Sage ableiten. Besonders die Schwerkraftwirkung auf der Erde wird durch die Schirmwirkung des gewaltigen Erdkörpers unter uns tatsächlich in sehr plausibler Weise erklärt.

Ein besonderer Vorzug der Theorie ist, daß sie sich zwanglos an die herrschende kinetische Theorie der Materie anschließt. Daß der scheinbar leere Raum tatsächlich mit Atomen feinerer Art erfüllt ist, lehrt bereits die kinetische Gastheorie des Lichtäthers. Ob wir die negativen Elektronen, wie Walte meint, bereits als die Ätheratome betrachten können, oder ob wir uns diese noch von erheblich kleineren Abmessungen denken müssen, mag vorläufig dahingestellt bleiben. Die kinetische Theorie der Materie lehrt nun, daß die verschieden großen Atome im Gleichgewicht nebeneinander im Raume bestehen, wenn die lebendige Kraft (kinetische Energie) ihres Stoßes gleich ist, die der Masse und dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist. Daraus ergibt sich, daß die Atomgeschwindigkeiten um so größer werden, je kleiner die Atommassen sind. So hat das Wasserstoffatom bekanntlich eine 4mal größere Geschwindigkeit als das 16mal schwerere Sauerstoffatom. Die Geschwindigkeit eines Lichtätheratoms ist bereits von der Größenordnung der Lichtgeschwindigkeit anzunehmen.

Eine naheliegende Idee ist nun, die ultramundanen Körperchen den Lichtätheratomen gleichzusetzen; bekannt ist in dieser Hinsicht besonders die Theorie von C. Isenkrahe geworden, dessen Buch „Das Rätsel der Schwerkraft" (Braunschweig 1879) auch noch eine sehr interessante Zusammenstellung älterer Versuche zur Lösung des Schwerkraftproblems enthält. So große Erfolge nun die Gleichsetzung des die elektromagnetischen Erscheinungen bewirkenden Äthers mit dem Lichtäther in der Maxwellschen Theorie gezeitigt hat, so wenig Erfolg hat bisher der Versuch gehabt, den Lichtäther in der die Schwerkraft hervorrufenden Substanz, die man den „Gravitationsäther" nennen kann, wiederzuerkennen. Drude erwähnt Untersuchungen von Rysánek, Browne und Bock, wonach die Geschwindigkeit der ultramundanen Körperchen die Lichtgeschwindigkeit ganz erheblich übersteigen müßte. Auch glauben die Astronomen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schwerkraft als praktisch unendlich groß, jedenfalls aber als weit größer als die Lichtgeschwindigkeit ansetzen zu müssen. Wenn sich gegen die Begründung dieser Berechnungen nun auch noch vieles wird einwenden lassen, so wird man doch Lichtäther und Schwerkraftäther vorläufig als verschiedenartige Substanzen ansehen müssen. Die Annahme zweier oder mehrerer Arten von Äther hält Drude für eine zu große Verwicklung; wie ich glaube, jedoch vollständig zu Unrecht. Mir ist es im Gegenteil von vornherein eine unwahrscheinliche Annahme, daß wir bei Auflösung des zunächst gestaltlos erscheinenden Welthintergrundes in atomistische Gebilde bei den Lichtätheratomen bereits als den letzten Weltbausteinen angelangt sein sollten. Viel wahrscheinlicher ist doch, daß sich die Reihe der Atome auch jenseits des Lichtäthers fortsetzen wird, im „Metäther" oder „Uräther". Die Notwendigkeit einer solchen Unterscheidung ist neuerdings besonders von Lenard in seiner Schrift „Über Äther und Uräther" (Leipzig 1921) betont worden.

Bilden die Atome Teile eines räumlichen Kontinuums, wie es bei der Ätherwirbeltheorie vermutet wird, so muß die Reihe sich sogar bis ins Unendliche fortsetzen lassen. Der Schwerkraftäther würde in dieser unendlichen Reihe alle Atome umfassen, deren Geschwindigkeit für uns praktisch unendlich groß ist. Nach Le Sage lehrt uns also die Schwerkraft die feinste aber doch wichtige, wirksame und fühlbare Materie kennen, eine noch unbekannte Ursubstanz der Welt, viel feiner und schneller selbst als Elektrizität und Licht.

Von besonderer Bedeutung ist nun, daß die Theorie des Le Sage uns ein Bild von den Energieumsetzungen gibt, die im Schwerkraftraume zwischen der feineren und der gröberen Substanz stattfinden. Schreibt man nämlich den ultramundanen Körperchen eine vollkommene Elastizität zu, so erhält man keine Schirmwirkung. Nimmt man aber mit Le Sage an, die Teilchen seien nicht vollkommen elastisch, so würden zwar die Anziehungen möglich sein, die Energie der stoßenden Teilchen müßte aber von den wägbaren Körpern verschluckt werden. Daraus hat nun Maxwell einen schwerwiegenden Einwand abgeleitet, indem er meinte, die durch die Gravitation erzeugte Wärme müßte in wenigen Se-

kunden das ganze sichtbare Weltall bis zur Weißglut erhitzen.

Betrachtet man nun einmal unbefangen in einer sternklaren Nacht das sichtbare Weltall, so findet man, daß er sich tatsächlich größtenteils in Weißglut befindet, und zwar steht dieser Zustand im Widerspruch mit den bisher bekannten physikalischen Gesetzen. Denn von Rechts wegen müßten doch die Sonne und alle Fixsterne infolge der Verschwendung, die sie mit der Wärmeenergie treiben, längst erkaltet sein, und die Astronomen verfehlen auch nicht, eine unabwendbare Erkaltung unseres Zentralgestirns zu prophezeien. Die Schwerkrafttheorie des Le Sage eröffnet also einen neuen Weg, die Konstanz der Sonnentemperatur zu erklären, was als erster Leray 1869 erkannt zu haben scheint. Auch die Theorie von Rysánek führt diesen Gedanken aus. Wie man sich die Energieumwandlung vorstellen kann, habe ich unabhängig von diesen Vorarbeiten, die mir erst nachträglich bekannt geworden sind, in der kleinen Schrift „Die neue Erklärung der Schwerkraft" (Wolfenbüttel, Heckners Verlag, 1920) näher ausgeführt.

Drude kommt zu dem Schluß: „Die Stoßwirkungstheorien zeigen zur Genüge, wie sie zu Experimenten oder Fragestellungen der Wirklichkeit drängen. Bisher kennen wir von den Eigenschaften des Vakuums nur die eine, nämlich die Lichtfortpflanzungsgeschwindigkeit. Erst wenn es gelingt, noch mehrere Eigenschaften zu entdecken, so ist Hoffnung vorhanden, die sog. Gravitationskonstante mit anderen Erscheinungen oder Tatsachen in numerische Beziehung setzen zu können." Nun glaube ich tatsächlich eine numerische Beziehung aufgefunden zu haben, die aus der Newtonschen Theorie nicht folgt, aber mit dem Charakter der Schwerkraft als einer Stoßwirkung vortrefflich übereinstimmen würde. Es besteht in unserem Planetensystem nämlich eine auffallende Proportionalität zwischen Schwerkraft und Temperatur. Die nachstehende Tabelle ist auf der einfachen Annahme gegründet, die Eigentemperatur der Oberflächen sei der dort herrschenden Schwerkraft proportional. Um die so dem Erdschwerefelde entsprechende Temperatur zu ermitteln, ist von der mittleren Oberflächentemperatur von 15° C oder 288° absolut noch die Wirkung der Sonnenstrahlung in Abzug zu bringen, die nach Scheiner auf 88° eingeschätzt wird. Dem Schwerkraftfelde der Erde als der natürlich gegebenen Einheit würde dann die absolute Temperatur von 200° oder —73° C entsprechen, eine Zahl, der sich die Temperaturmessungen in den höchsten Luftschichten bereits stark annähern. Auf dieser Grundlage ergibt sich die folgende Temperaturentabelle des Planetensystems: (s. rechts oben.)

Name des Weltkörpers	Schwere auf der Oberfläche	Daraus berechnete absolute Weltraumtemperatur auf der Oberfläche	Korrektur wegen der Sonnenstrahlung	Oberflächentemperatur mit Berücksichtigung der Sonnenstrahlung in Celsiusgraden
Sonne	27,7	5520°	—	+5247°
Jupiter	2,42	484	+3°	+211
Saturn	1,21	242	+1	—30
Erde	1	200	+88	+15
Venus	0,85	170	+88	—15
Mars	0,38	76	+38	—159
Merkur	0,38	76	+587	+390
Mond	0,16	32	+88	—153

Natürlich will die Tabelle keine absolut exakten Werte geben, da außer der Schwerkraft und Sonnenstrahlung ja noch andere innere oder äußere Einflüsse die Temperatur entscheidend beeinflussen können. Auffallend ist jedoch, daß in den Fällen, wo wir die Temperatur etwas genauer schätzen können, die Übereinstimmung mit der Erfahrung besonders überraschend hervortritt. Die Sonnentemperatur hat man zu etwa 5800—6000° ermittelt, also nur wenige hundert Grad höher als hier berechnet. Die Eigentemperatur des Mondes kommt dem absoluten Nullpunkt tatsächlich sehr nahe. Die Temperatur der Weltkörper scheint mit ihrer Masse daher viel mehr zusammenzuhängen, als man bisher nach der herrschenden Erkaltungslehre vermutet hatte. Die Geologie lehrt, daß die Temperatur von Erde und Sonne wahrscheinlich in vielen Jahrmillionen — zur Permzeit soll es bereits eine Eiszeit gegeben haben — nicht merklich geschwankt haben kann, und über den früheren Zustand von Erde und Sonne wissen wir nichts bestimmtes. Was über die Entstehung der Weltkörper aus glühenden Gasbällen o. dgl. geschrieben wird, ist reines Phantasieprodukt.

Was die für die übrigen Planeten berechneten Zahlen anbetrifft, so kann man über ihren Wert verschiedener Meinung sein; auf jeden Fall ergeben sie eine bessere Übereinstimmung mit der Erfahrung als die bisherige Anschauung, die die Weltraumtemperatur einfach dem absoluten Nullpunkte gleichsetzte. Für Venus gewährt die Theorie — wenn man die Wärmeabsorption dieses reinweißen Planeten besonders niedrig einschätzt — die Möglichkeit, ihn für kälter als die Erde zu halten, so daß sein schneeweißes Aussehen in besonders einfacher Weise tatsächlich als Schneebildung zu erklären wäre. Neuere Untersuchungen sollen das Fehlen von Wasserdampf in der Atmosphäre des Planeten ergeben haben, was mit der Schneetheorie jedenfalls besser übereinstimmt, als mit der herrschenden Wolkentheorie. Für Mars ergibt sich eine Mittelstellung zwischen Mond und Erde, was auch mit anderen physikalischen Beobachtungen — namentlich der sehr geringen Dichte der Atmosphäre — übereinstimmt. Wenn man die Polhauben nicht einfach als Kohlensäureschnee o. dgl. deuten will, so kann man in ihnen auch reifartige Niederschläge aus

den spärlichen Resten einer Wasserdampfhülle vermuten. Die Ansicht, daß es auf dem Mars tatsächlich sehr kalt sei, ist von verschiedenen Astronomen, z. B. von Baumann, vertreten worden. Die Meinung, die Temperatur dort sei mit der irdischen vergleichbar, ist vom physikalischen Standpunkte aus von vornherein unwahrscheinlich. Die Beobachtungen lassen sich naturgemäß in sehr mannigfacher Weise auslegen. — Die Temperatur der äußeren Planeten Jupiter und Saturn wird aus Gründen, deren Mitteilung hier zu weit führen würde, wahrscheinlich noch erheblich höher sein, als die Tabelle angibt.

Die Bedeutung der vermuteten zahlenmäßigen Beziehung zwischen Temperatur und Schwerkraft für die Theorie liegt vor allem in dem Umstande, daß die kinetische Theorie beide Erscheinungen in genau der gleichen Weise erklärt; denn die Temperatur wird als die lebendige Kraft der gröberen, wägbaren Atome, die Schwerkraft als die lebendige Kraft der feineren, ultramundanen Teilchen aufgefaßt. Zwischen der gröberen und feineren Materie scheint also im Planetensystem so etwas wie ein Gleichgewicht der Kräfte zu bestehen. Vermutlich ist auch ein Gleichgewicht in den Energiebewegungen vorhanden; dieses läßt sich aber vorläufig nicht messend verfolgen, da die Schwerkraftenergie sich durch die im Laboratorium vorhandenen Auffangvorrichtungen nur in ganz geringem Umfange absorbieren läßt. Die Energie kann also nicht, wie es z. B. bei der Strahlungsenergie im Lichtäther möglich ist, einfach durch Absorption gemessen werden.

Die große Leistung der kinetischen Theorie besteht also darin, daß zunächst einmal eine Grundlage zum Verständnis des Wesens der Schwerkraft geschaffen wird. Die auf Grund der Newtonschen Theorie noch gar nicht beachtete Rolle, die die Schwerkraft für die Erkenntnis einer substantiellen Erfüllung des Raumes und für den Kreislauf der Energie besitzt, wird in sehr einfacher Weise deutlich gemacht. Dagegen wird man in mathematisch-analytischer Hinsicht keine exakte Lösung, sondern nur eine Annäherung erwarten können. Die kinetische Gastheorie mit ihren elastischen Atombällen ist eben ganz allgemein nur eine Annäherung erster Ordnung. Bei näherer Betrachtung besitzen Atome und umgebender Raum viel verwickeltere Eigenschaften. Es ist vor allem zweifelhaft, ob man die Atome wirklich als räumlich getrennte Teilchen oder nicht vielmehr als wellenartige Impulse im Kontinuum auffassen soll, wie es u. a. v. Dellingshausen tat. Besonders beachtenswerte Ausblicke gewährt die Idee des „Wirbelatoms", wie sie vor allem von Lord Kelvin und seiner Schule ausgebildet und neuerdings in Deutschland auch von C. Westphal („Wirbelkristall", Braunschweig 1921) weiter verfolgt worden ist. Das Atom wird hier als Wirbel in einer mehr kontinuierlich gedachten feineren Substanz — Äther oder Uräther — aufgefaßt. Bei eingehenderer Bearbeitung wird die atomistische Theorie daher so verwickelt, daß man von ihr vorläufig eine abgeschlossene mathematische Lösung nicht erwarten kann. Ihre Bedeutung beruht zunächst mehr in ihrer Anschaulichkeit.

Ein anderer bisher wenig beachteter Gedankengang verspricht in mathematischer Hinsicht vielleicht größere Erfolge. Die Annahme von Atomen, die sich reibungslos im leeren Raume bewegen, steht mit dem Umstande im Widerspruch, daß der Raum als Lichtäther und auch als Schwerkraftäther die substantiellen Eigenschaften eines widerstehenden Mittels besitzt. Die gleichförmige Trägheitsbewegung, die nach Galilei und Newton als eine kräftefreie Bewegung aufgefaßt wird, muß dann in ganz anderer Weise, nämlich als die unter dem Einfluß einer Kraft erfolgende Bewegung durch ein widerstehendes Mittel gedeutet werden. Wie bereits in dem Artikel „Zur Klärung des Ätherproblems" (diese Zeitschrift 1922, S. 170) ausgeführt, hat neuerdings Slate auf diese Weise Gleichungen erhalten, die dem elektromagnetischen Kraftfelde entsprechen. Der wesentliche Unterschied zwischen der angeblich veralteten „mechanischen" und der neueren „elektrodynamischen" Theorie der Materie würde danach vermutlich darin bestehen, daß man bei Anwendung der elektromagnetischen Gleichungen auch die Flüssigkeitsreibung unter dem Namen des „Magnetismus" mit berücksichtigt (vgl. hierzu die Abb. auf S. 169, Jahrg. 1922 dieser Zeitschrift), während man bei Anwendung der mechanischen Stoßtheorie sich der falschen Begriffe des „reibungslosen" oder „leeren" Raumes bedient. Trotz der Einführung der Reibung braucht man jedoch nicht anzunehmen, daß die Atombewegung jemals zum Stillstand kommen müßte. Denn die Energie, die dem Atom durch Reibung verloren geht, kann aus dem Weltraum nicht heraus, und muß infolge des Gesetzes von der Erhaltung der Energie im ewigen Kreislauf zu den Atomen wieder zurückfließen. Vielleicht zerfallen und entstehen die Atome in ähnlicher Weise, wie wir es bei den Lebewesen verfolgen können. Neuerdings haben auch Nernst und Wiechert ähnliche Anschauungen entwickelt.

Diese Anschauung steht allerdings mit einer weitverbreiteten Meinung im Widerspruche, wonach der sog. zweite Hauptsatz der Wärmelehre, der Entropiesatz, eine allmähliche Entwertung der Energie beweisen soll, so daß die Umwandlung der Bewegungsenergie durch Reibung in Wärmebewegung kein vollständig umkehrbarer Vorgang wäre. Wie früher schon Boltzmann u. a., neuerdings vor allem v. Smoluchowski, gezeigt haben, läßt sich der Entropiesatz jedoch nicht auf das ganze Weltgeschehen anwenden. Ich führe aus der Arbeit v. Smoluchowskis über „Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie" („Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität", Verlag von Teubner, Leipzig 1914, S. 87 ff.) nur die fol-

genden Sätze an: „Der zweite Hauptsatz hat seine Stellung als unerschütterliches Dogma, als eines der Grundprinzipien der Physik, ein für allemal eingebüßt." „An den in den letzten Jahren experimentell beobachteten Schwankungsphänomenen erscheint gerade der Umstand dem Thermodynamiker am absonderlichsten, daß er hier mit eigenen Augen die Umkehr von Prozessen sieht, die allgemein als irreversibel gelten." „Ebenso zeigt die Brownsche Bewegung die Umkehr des Prozesses der inneren Reibung in Flüssigkeiten, denn die Emulsionsteilchen werden in ihrer Bewegung aufgehalten, setzen sich aber wieder von selbst in Bewegung." „Würden wir unsere Beobachtung unermeßlich lange Zeit hindurch fortsetzen, so würden uns sämtliche Vorgänge reversibel erscheinen." „Wie haltlos erscheint von diesem Standpunkt aus die Clausiussche Behauptung: ‚Die Entropie des Weltalls strebt einem Maximum zu.' Der Molekularstatistiker wird in derselben nur eine Äußerung menschlicher Kurzsichtigkeit und Kurzlebigkeit sehen. So glauben vielleicht auch die ersten Frühlingsblumen, daß das Klima des Weltalls immer wärmer wird, denn die umgekehrte Änderung im Herbst erleben sie niemals."

Der Energiezerstreuung, die wir z. B. bei der Strahlung beobachten, muß daher ein von der Wissenschaft bisher nicht beachteter Vorgang der Energiesammlung entsprechen und die kinetische Theorie der Schwerkraft läßt den geheimnisvollen, aus dem unendlich Kleinen kommenden Weg erkennen, auf dem die zerstreute Energie wieder zu den wägbaren Atomen zurückkehrt, um die vom Reibungswiderstande der Weltraumsubstanz zur Ruhe gebrachten Atome von neuem anzutreiben.

Die oben erwähnte Theorie des Wirbelatoms verknüpft die Stoßtheorie der Schwerkraft mit den hydrodynamischen Theorien der Gravitation, wie sie u. a. von A. Korn entwickelt worden sind. Die scheinbar verschiedenartigen Grundanschauungen, von denen man bei der Erklärung der Schwerkraft ausgegangen ist, werden sich in einem späteren Zustande der Entwicklung daher vermutlich zu einem einheitlichen Bilde zusammenfassen lassen. Vielleicht kehrt dann die Astronomie von der abstrakten Betrachtungsweise Newtons wieder mehr zur anschaulichen Wirbeltheorie des Descartes zurück, der den Raum überall als Substanz auffaßte, „weil es absurd sei, daß das Nichts eine Ausdehnung habe". Descartes unterschied auch bereits Lichtäther und Gravitationsäther voneinander. Darauf, daß es ein Schwerkraftträgheitsfeld gibt, das in ähnlicher Weise mit substantiellen Eigenschaften ausgestattet ist, wie das elektromagnetische Kraftfeld, deuten vor allem die Erscheinungen, die von mir in dieser Zeitschrift unter dem Titel „Wind und Wetter als Feldwirkungen der Schwerkraft" (Jahrg. 1921, Heft 7, S. 97) beschrieben worden sind. [1])

Wenn nun auch eine abschließende mathematische Lösung des Schwerkraftproblems heute noch nicht zu erwarten ist — dazu hängt dasselbe wohl zu eng mit dem Weltproblem überhaupt zusammen — so glaube ich doch durch die vorstehenden Ausführungen dargetan zu haben, daß uns die bisher geleistete Arbeit schon ein anschauliches Bild vom Wesen der Schwerkraft und ihrem Zusammenhange mit den übrigen Naturkräften zu geben vermag und den Weg erkennen läßt, auf dem ein weiteres Vordringen recht wohl möglich ist. Die übliche Art, die Schwerkraft nur als ein mathematisches Problem zu behandeln, schließt die schwere Gefahr in sich, daß wir im Kreislauf der Energie ganz unberechtigterweise Lücken offen lassen und Naturkräfte übersehen, die uns aufs innigste berühren. Unsere heutige Wissenschaft glaubt überall nur Energieentwertung, Alter, Tod, Erkaltung und Untergang als das Ziel der Naturentwicklung hinstellen zu müssen. Erst die Erkenntnis vom Wesen der Schwerkraft lehrt uns die aus dem unendlich Kleinen stammenden aufbauenden, schaffenden Kräfte erkennen, die gleichsam den Lauf der Zeit umkehrend den Tod wieder zum Leben umwandeln und der altgewordenen Welt die Jugend zurückgeben.

[1]) Wenn man die Abb. 3 auf S. 98, Jhrg. 1921 dieser Zeitschrift aufmerksam betrachtet, so erkennt man, daß die Erde hier tatsächlich unter der Wirkung einer in Richtung ihrer Bahn liegenden beschleunigenden Kraft und eines im Raume vorhandenen stofflichen Widerstandes zu stehen scheint. Es gelang mir inzwischen, diese Anschauung in einer neuen Schwerkrafttheorie mathematisch zu begründen. Der Reibungswiderstand wird der Planetenmasse m und dem Quadrate der Geschwindigkeit v, also $m \cdot v^2$ proportional gesetzt. Den Ausgleich findet diese Kraft in einer bisher unbeachteten tangentialen Schwerkraftkomponente, die in der Sonnenrotation ihren Ausdruck findet. Die bekannte Newtonsche Kraft, die dem Quadrat des Sonnenabstandes r umgekehrt proportional ist, wirkt auf jeden Planeten mit dem Hebelarm r mitreißend, so daß diese Kraft der Größe $\frac{1}{r^2} \cdot r = \frac{1}{r}$ proportional ist. Die Geschwindigkeit der Planeten ist nun $\frac{2r\pi}{T}$, worin T die Umlaufszeit in der zunächst kreisförmig angenommenen Bahn ist. Setzt man die beschleunigende Kraft der Reibung gleich, so erhält man, wenn man alle unveränderlichen Größen zur Konstante c zusammenfaßt, die Gleichung $\frac{1}{r} = c \frac{r^2}{T^2}$ oder $\frac{T^2}{r^3} = c$, also das dritte Keplersche Gesetz. Newtons Ableitung der Planetenbahn aus einer reibungslosen Trägheitskomponente ist also nicht die einzig mögliche Lösung!

Biozönologie und Soziologie.

[Nachdruck verboten.]

Von **E. Schmid**, Wasserburg am Bodensee.

Der Wunsch, für die Fülle der Formen des Zusammenlebens der Organismen Einheiten zu finden und diese übersichtlich anzuordnen oder natürlich zu klassifizieren, ist in neuerer Zeit besonders rege geworden. Es ist klar, daß diese sehr häufig außerordentlich komplizierten Erscheinungen von den verschiedensten Gesichtspunkten aus betrachtet werden, so daß sich oft mehrere Spezialwissenschaften mit den gleichen Phänomenen abgeben, daß Systeme aufgestellt werden, welche in schon bestehende übergreifen. Scharfe Grenzen fehlen meist, es handelt sich deshalb bei der Festlegung derselben nicht so sehr um logische als um praktische Forderungen; infolgedessen wird es vielfach dem Übereinkommen überlassen bleiben, an welcher Stelle sie gezogen werden, wie die verschiedenen Systeme gegeneinander abgegrenzt werden.

Das von P. Jaccard (in Flahault und Schröter, Phytogeographische Nomenklatur, Berichte und Vorschläge, Zürich 1910) in die Geobotanik eingeführte Wort „Soziologie", womit „die Lehre von den Bedingungen und den Gesetzen der Bildung von Pflanzengesellschaften" bezeichnet werden sollte, scheint sich mehr und mehr einzubürgern, trotzdem die hier in Frage stehenden Erscheinungen mit Soziologie nichts zu tun haben (vgl. E. Rübel, Die Entwicklung der Pflanzensoziologie. Vierteljahrsschrift d. Naturf.-Ges. in Zürich, LXV, 1920. — J. Pavillard, L'Association végétale. Unité Phytosociologique. Montpellier 1921, und Cinq ans de Phytosociologie. Montpellier 1922. — E. Du Rietz, Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Upsala 1921). Wenn sich auch viele Autoren darüber klar sind und deshalb gelegentlich von „Pseudosoziologie" sprechen, so dürfte sich der Name nur schwer mehr ausmerzen lassen. Eine kurze Übersicht über die Einheiten des Zusammenlebens der Organismen möge die Notwendigkeit einer geeigneteren Benennung deutlich machen.

Die umfassenden, am meisten in die Augen springenden dieser Einheiten sind zweifellos die „topographischen" (bei H. Gams, Prinzipienfragen der Vegetationsforschung, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, LXIII, „biozönologischen"). Sie umfassen jeweils alle auf einer einheitlichen Charakter besitzenden, geographisch umgrenzten Lokalität vorhandenen Tiere und Pflanzen, und zwar sowohl die einzelnen Individuen als auch die verschiedenartigen Verbände, in welchen dieselben auftreten. Das Band, das diese Einheiten umgrenzt, sind lediglich die äußeren, abiotischen Lebensfaktoren, wie Klima, physikalische und chemische Bodenverhältnisse usw. Zwischen den Lebewesen, ob sie nun einzeln oder in Verbänden leben, können, aber brauchen nicht irgendwelche gegenseitige Abhängigkeiten zu bestehen. Im ersteren Fall ist die topographische Einheit zugleich eine Gemeinschaft vom Werte einer Biozönose (s. u.). Eine topographische Einheit ist z. B. der mit Sarothamnus- und Calluna-Unterwuchs versehene Föhrenwald der Burgsandsteinflächen um Nürnberg. Der Calluna-Sarothamnus-Unterwuchs kommt aber als von den Föhren unabhängige Einheit auch ohne diese vor, ebenso wie die Föhre mit ihren Schmarotzern (Viscum, Kiefernspinner usw.) und ihrem „Edaphon" auf den dortigen nackten Flugsanddünen lichte Bestände bildet. Mit den topographischen Einheiten haben sich bisher in der Hauptsache die Geobotaniker befaßt. Zur Charakterisierung benützen dieselben außer den Standortsfaktoren besonders die Lebensformen der am meisten hervortretenden Arten.

Wichtige Einheiten sind: das konkrete Individuum der topographischen Einheiten, die Siedlung (Kupffer 1909, Gams 1918) (= „Einzelbestand" Schröters 1902), und der aus gleichartigen Siedlungen durch Abstraktion erhaltene Siedlungstypus („Bestandestypus" bei Schröter 1902). Eine Übersicht der topographischen Einheiten innerhalb größerer Gebiete wird durch Gruppieren der Einheiten mit physiognomischer Ähnlichkeit, in kleineren durch Anordnen nach den physiographischen Abschnitten erhalten.

Weniger umfassend, dafür aber meist weit höheren Gemeinschaftswert besitzend als die topographischen Einheiten sind die biozönologischen im engeren Sinne. Der Begriff Biozönose ist von K. Möbius („Die Austern und die Austernwirtschaft", Berlin 1877) aufgestellt worden; er bedeutet „eine den durchschnittlichen äußeren Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Zahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiete dauernd erhalten". Wird diese Definition allgemein angenommen, so gehören in das Gebiet der Biozönologie nur jene Lebensgemeinschaften, deren Glieder in ihren Beziehungen zueinander ihr Genüge finden, die in biologischem Gleichgewicht stehen, die diesen Gleichgewichtszustand durch Selbstregulation erhalten, die nur von der äußeren unbelebten Umwelt abhängig sind, relativ stabil, so lange jene unverändert bleibt, und die von der belebten Umwelt nicht oder nur unwesentlich abhängig sind. Auch C. Schröter (C. Schröter und O. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees II. Bodenseeforschungen, Lindau 1902) findet „eine scharfe Scheidung nötig", wo, wie bei der limnetischen Region eines Sees und dem darunter liegenden Seeboden, die Bedingungen so grundverschieden und die Bewohner gegenseitig so unabhängig sind. J. Braun-Blanquet (Essai sur les notions „d'élément" et de „territoire" phytogéographiques. Arch. Sc. phys. et

nat. 5e pér. 1, 1919) spricht, allerdings nicht im gleichen Zusammenhang, von unselbständigen Gesellschaften, die an das Vorhandensein anderer ± gebunden sind, und bezeichnet sie als „abhängige Gesellschaften". Wenn Fr. Dahl („Kurze Anleitung zum wissenschaftlichen Sammeln und zum Konservieren von Tieren", Jena 1914) „Phytobiozönosen" und „Zoobiozönosen" neben den „Allobiozönosen" in sein biozönologisches System aufnimmt, so überschreitet er damit die von Möbius festgestellten Grenzen des Begriffes Biozönose, indem er von biotischen Faktoren abhängige, d. h. auf andere Lebewesen, Pflanzen oder Tiere angewiesene Einheiten den Biozönosen koordiniert, Einheiten, welche denselben untergeordnet, nur Glieder derselben sein können. Ebensowenig wie die Sippensystematik von der Physiolologie aufgestellte Einheiten in ihr System aufnehmen kann, ebensowenig sollte die Biozönologie die von der „Symphysiologie" (H. Gams 1918) gelieferten Einheiten etwa als „niedere Biozönosen" (A. Thienemann, Lebensgemeinschaft und Lebensraum, Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1918, Nr. 20 u. 21) den Biozönosen gleichwertig zur Seite stellen. Um das Beispiel von Thienemann zu verwenden, so sind das Eichenblatt mit Gallen und Galltieren, deren Parasiten und Einmietern, Minierräupchen, Pilzen usw., ferner die Eichenrinde mit ihren Organismen, die ganze Eiche mit all den auf ihr lebenden Tieren und Pflanzen keine Gemeinschaften, welche in das System der Biozönosen aufgenommen werden können, sie sind ja jeweils wieder von biotischen Faktoren abhängig, das Blatt mit seinen Bewohnern von der Eiche, die Eiche wiederum von den Lebewesen des Bodens, in dem sie wurzelt. Erst der ganze Wald, in dem die Eiche steht, mit allen Pflanzen und Tieren ist wesentlich von biotischen Faktoren unabhängig, er nur ist eine Biozönose.

Das Wesen der Biozönose liegt in erster Linie begründet in ihren Anpassungen an Klima, edaphische und orographische Verhältnisse, in der „Auswahl der Arten", welche sie zusammensetzen, in der Geschichte ihres Lebensraumes, ferner in der Art ihrer Entstehung, in der Art der Bindung der sie zusammensetzenden Einheiten. Aus der Definition des Begriffes geht hervor, daß die Biozönose nur „heterotypisch" (Petrucci, Origines polyphylétiques, homotypie et non comparabilité directe des sociétés animales. Notes et mémoires de l'institut Solvay, Bruxelles 1906, Heft 7) sein kann, d. h. aus Lebewesen verschiedener Art zusammengesetzt. Neben zahlreichen Arten, welche auch in anderen Einheiten gedeihen können, muß jeder Biozönosentypus jeweils eine Gruppe bestimmter Arten enthalten, die in ihrer Kombination nur dieser Einheit angehören und die für ihn charakteristisch ist. Auf dem gegenwärtigen Stand der biozönologischen Forschung spielt die Untersuchung der pflanzlichen Glieder der Biozönosen die Hauptrolle. Sie sind für die Einheit meist wichtiger als die Tiere. Ihre Kenntnis vermag schon einen weitgehenden Einblick in das Wesen einer Biozönose zu geben. Die „Phytozönologie" ist der Biozönologie vorausgegangen, sie hat bisher am meisten zur Gewinnung eines Systems der Biozönosen beigetragen.

Die wichtigsten Einheiten der Phytozönologie sind: die einzelne, konkrete, als Individuum einer Phytozönose erkannte Gemeinschaft, der „Lokalbestand". Derselbe ist entweder lokal bedingt, d. h. er verdankt sein Entstehen nur lokal wirkenden Faktoren (z. B. Felsfluren in ozeanischem, warmen Klimagebiet) oder er ist allgemein bedingt, d. h. die Lebensfaktoren sind über größere Strecken hin wirksam; er ist entweder extrem, d. h. sein Charakter wird durch einen oder wenige spezielle, extreme Faktoren (Bodenverhältnisse, Wind, Feuchtigkeit usw.) geprägt oder ein „harmonischer", d. h. er verdankt seinen Charakter einem Faktorenkomplex, aus welchem nicht einzelne, extrem ungünstige, völlig isoliert heraustreten.

Durch Abstraktion wird aus den wesensgleichen Lokalbeständen der Begriff „Assoziation" (im Sinne von Braun-Blanquet, 1921) gewonnen. — Ein „Assoziationsfragment" (Braun-Blanquet, 1918) ist eine Gruppe von Arten einer Assoziation, welche unter entsprechenden Bedingungen isoliert innerhalb anderen Assoziationen auftreten; nahe verwandt damit ist die „Elementarassoziation" Drudes („Die Elementarassoziation im Formationsbilde". Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für die Jahre 1917 und 1918). Ein Beispiel eines solchen Assoziationsfragmentes ist das Vorkommen von Anemone Hepatica, Pulmonaria officinalis, Carex alba und anderen Buchenwaldpflanzen inmitten des Föhrenwaldes mit Calluna-Unterwuchs der Umgebung von Nürnberg und zwar da, wo dem sterilen Stubensandstein kleine Fetzen dolomitischer Arkose auflagern.

Für eine Übersicht der biozönologischen Einheiten großer Gebiete sind von besonderem Wert die „allgemein bedingten" Lokalbestände. Ebenso wie etwa die Geologie einzelne stratigraphische Profile an verschiedenen Lokalitäten untersucht, um zuletzt die Teile nach ihrer auf die Leitfossilien begründeten Verwandtschaft zu den stratigraphischen Formationen zusammenzufügen, so kann die Biozönologie die durch Analyse gewonnenen einzelnen Lokalbestände gleicher Art, welche den Charakter von „allgemeinbedingten" Lokalbeständen tragen, samt den mit ihnen floristisch verwandten lokalbedingten und den Assoziationsfragmenten entsprechenden zu einer biozönologischen Einheit höherer Ordnung summieren, für welche ich das Wort Hauptzönose vorschlagen möchte. Sie dürfte z. T. der „Biochore" Köppens entsprechen (W. Köppen, Versuch einer Klassifikation der Klimate vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt, Geogr. Zeitschrift

1900), welches Wort von Vahl 1911, Raunkiär, Rikli 1913, Gams 1918 fälschlicherweise im Sinne von Grenzlinie gebraucht worden ist. Vgl. hierzu auch die „Life Zones" von Merriam (C. H. Merriam, Life zones and Crop zones of the United States. U. S. Dep. of Agriculture Bulletin nr. 10, 1898). Eine solche Einheit ist z. B. die Buchen-Hauptzönose Mitteleuropas. Sie besteht aus sämtlichen typischen Lokalbeständen von Fagus silvatica, dazu kommen etwa Lokalbestände, in welchen die Buche durch eine ökologisch ähnliche Art ersetzt sein kann, die jedoch die für den typischen Buchenwald charakteristische Artengruppe enthalten, wie etwa diejenigen von Carpinus Betulus in Polen, welche von F. Tessendorff (Vegetationsskizze vom Oberlaufe der Schtschara Gouv. Minsk und Grodno. Berichte der freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für das Jahr 1920, Berlin 1921) geschildert worden sind, ferner Schuttfluren, Felsfluren, Geröllfluren usw., welche von den für das Buchengebiet charakteristischen Arten vorwiegend besiedelt werden. Nicht dazu gehören im Areal der Buchen-Hauptzönose liegende Mischbestände von Buchen und Fichten, deren Begleitflora zu wesentlichen Teilen der Fichten-Hauptzönose entstammen, wie sie etwa in den höheren Teilen der Voralpentäler anzutreffen sind, oder mit einem lockeren Bestand von Buchen bestockte Schutthänge der oberen montanen Stufe der Voralpen, welche mit subalpinen Hochstauden bedeckt sind, oder Felsfluren, deren Charakterarten der pontischen Steppe angehören. Die Hauptzönose der Buche bedeckt so ein Areal, welches vielfach durchbrochen wird von der Hauptzönose der Fichte, von der Hauptzönose des Quercus sessiliflora — Tilia cordata-Mischwaldes usw. Die Größenordnung der Areale dieser Hauptzönosen dürfte etwa derjenigen ähneln, welche A. K. Cajander („Zur Frage der gegenseitigen Beziehung zwischen Klima, Boden und Vegetation", Acta forestalia fennica 1921. Helsingfors 1921) für seine Klimatypen beansprucht hat.

Wenn in einem Gebiet mit natürlichen Verhältnissen restlose Aufteilung der vorhandenen Vegetationseinheiten nicht möglich ist, so gehören diese nicht unterzubringenden Lokalbestände den Zönosen eines Nachbargebietes an, oder aber sie deuten auf Zugehörigkeit zu einer der Hauptzönose übergeordneten biozönologischen Einheit.

Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß jeder beliebige Vegetationsausschnitt sich einreihen ließe. In einem florengeschichtlich jungen Gebiete werden sich unausgeglichene Vegetationsdecken oft sehr heterogener Art finden, wie z. B. die Heidewiesen der bayrischen Hochebene, und in einem vom Menschen beeinflußten Gebiete sind ausgeglichene, natürliche Pflanzengemeinschaften meist nur noch in undeutlichen Spuren vorhanden.

Daß in der Hauptzönose auch nicht ganz gleichwertige Elemente mit eingeschlossen werden, widerspricht dem Wesen der Biozönosen durchaus nicht, sind doch auch die derselben untergeordneten Einheiten heterotypischer Art. Im Gegensatz zur Sippensystematik, in der die Betrachtung der Summe der Individuen einer Art geringen praktischen Wert hat, dürfte in der Phytozönologie bei dem unter natürlichen Verhältnissen oft gewaltigen Umfang der Lokalbestände dem Begriff der Summe erhöhte Wichtigkeit beigemessen werden, da dieselbe dann sehr wohl eine übersichtliche Darstellung der Vegetation großer Gebiete ermöglicht.

Wie etwa in der Geographie eine Übersicht über die Gebirge der Erde gewonnen wird einmal durch Gruppierung genetisch verwandter Gebirge (z. B. Alpiden, Tauriden, Altaiden usw.) und dann durch Aufstellen eines Systems von Typen (Schollengebirge, Deckengebirge usw.), so ergibt auch in der Phytozönologie das Nebeneinander der konkreten Einheiten höherer Ordnung (Hauptzönose, Biochore) eine Übersicht über die Vegetation der Erde, welche neben der Einteilung nach abstrakten Einheiten ökologisch-physiognomischer Art (Vegetationstypus, Hauptisözie usw.) wohl berechtigt ist, zumal sie freier von Hypothesen die Verhältnisse wiederzugeben imstande ist, und zumal die bis jetzt existierenden Systeme nicht natürliche genannt werden können. An ein natürliches System müssen mindestens folgende Anforderungen gestellt werden: Die Einteilung muß nach denjenigen Prinzipien bewerkstelligt werden, welchen die Einheiten ihre Entstehung verdanken; dabei muß das Verwandte nebeneinander zu stehen kommen. Daraus folgt, daß es für Gebilde einheitlicher Entstehung jeweils nur ein natürliches System geben kann, daß aber Erscheinungen so zusammengesetzter Art und Entstehungsweise wie die Biozönosen nicht in ein solches gebracht werden können. Bei dem heutigen Stande der Phytozönologie wird es jedenfalls sehr schwer sein, das Einteilungsprinzip zu finden, welches dem natürlichen am nächsten kommt und in sich die wesentlichen Faktoren der Phytozönosen in glücklicher Weise kombiniert. Ein Anordnungsprinzip, d. h. ein Prinzip, nach welchem die verwandten Reihen angeordnet werden, dürfte leichter zu finden sein. Hierzu könnte vielleicht die Menge der von der Einheit produzierten lebenden Substanz dienen, wonach an den Anfang des Systems etwa die offenen Phytozönosen der Kältewüsten, an das Ende desselben die tropischen Regenwälder zu stehen kämen. Dieses Prinzip dürfte sich nahezu decken mit dem von Braun-Blanquet (Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage, Jahrbuch der St. Gallenschen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 57. Bd., II. Teil, 1920 und 1921) vorgeschlagenen, nämlich der fortschreitenden Organisationshöhe, wonach das „soziologisch" Einfachste am Anfang und das Vollkommenste am Schluß des Systems steht.

Im wesentlichen die gleichen Phänomene behandelt die Synusiologie (Gams 1918). Sie zerlegt die topographischen Einheiten in ökologische Gruppen, indem sie als Grundlage nicht die Art, sondern die Lebensform (Wuchsform), ein beim heutigen Stande der Ökologie allerdings noch in hohem Maße hypothetisches Element benützt. Diese Gruppen von gleichem Haushalt bestehen aus einer oder meist mehreren selbständigen, d. h. nicht an die Anwesenheit anderer Lebewesen gebundenen Arten („Synusie 1. und 2. Grades" bei Gams 1918, „Verein" bei Warming 1907) oder mehrere solcher Gruppen nach ihren Ansprüchen und ihrer Lebensform übereinstimmende Arten treten zu einer in sich eng verbundenen Gemeinschaft höheren Grades zusammen (Synusie 3. Grades bei Gams 1918). Die konkreten Einheiten nennt Gams Bestand, wenn sie aus einer oder mehreren, ökologisch ähnlichen Arten zusammengesetzt sind, Siedlung, wenn mehrere ökologische Gruppen eine ökologische Einheit bilden, diese dürfte mit dem biozönologischen „Lokalbestand" übereinstimmen. Die innerhalb mehrerer Florengebiete einander entsprechenden Einheiten nennt Gams Isözien. Beispiele einer Synusie 1. Grades sind die Reinbestände von Calluna auf Sandboden des ozeanischen Mitteleuropa; einer Synusie 2. Grades die Bestände von Vaccinium uliginosum mit Empetrum in der alpinen Stufe der Zentralalpen; einer Synusie 3. Grades der typische subalpine Fichtenwald.

Die bisher erwähnten Organismenverbände sind nur von äußeren Faktoren abhängig, von biotischen Faktoren aber ganz oder wesentlich unabhängig. Die jetzt zu besprechenden Verbände sind außer von ihrer abiotischen Umgebung auch von den Lebewesen ihres Lebensraumes indirekt abhängig und infolgedessen den ersteren untergeordnet. Sie sind homotypisch oder heterotypisch. Mit ihnen beschäftigt sich die Autökologie, die Soziologie, die idiobiologische Morphologie und Physiologie.

Die hierher gehörigen Einheiten, mit welchen sich die Autökologie beschäftigt, sind meist heterotypisch, sie sind außerordentlich formenreich und durch gegenseitige oder einseitige mehr oder weniger große Abhängigkeit charakterisiert. Wichtige heterotypische sind: Das Symphorium (P. Deegener, Die Formen der Vergesellschaftung im Tierreiche, Leipzig 1918), welches durch räumliche Abhängigkeit einer Art von einer anderen zustande kommt, eine Art lebt auf dem Körper einer anderen, ohne daß eine weitere Beziehung zwischen beiden eintritt. Hierher gehören z. B. die pflanzlichen Epiphyten (Nestbildende Platycerium-Arten, Bromelia-Arten, Tillandsia usw.), ferner die auf den Schalen von Muscheln sitzenden Balaniden, die Batrachospermumrasen auf Limnaea stagnalis usw. usw. Das Parasitium, das charakterisiert wird durch einseitige vollständige Abhängigkeit eines Individuums von einem anderen, das Synözium, das Helotium und viele andere solcher Einheiten; vgl. hierzu K. Kräpelin, Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Aus Natur und Geisteswelt, Leipzig-Berlin 1905 und die Arbeit von P. Deegener 1918, in welcher eine große Anzahl derartiger Einheiten beschrieben und benannt werden. Hierher gehören auch die oben erwähnten „abhängigen Gesellschaften" im Sinne von Braun-Blanquet und ein Teil der Synusien von Gams und der Elementarassoziationen von Drude. Homotypische Einheiten dieser Art sind: Die Platzgesellschaft (Deegener 1918), welche durch zufälliges Zusammentreten von gleichartigen Lebewesen an einer günstigen Lokalität zustande kommt, die Freßgesellschaft (z. B.: Aaskäfer an einem Aas), die Wandergesellschaft (z. B.: Wanderheuschrecken) und viele andere. Dazu gehören auch die organisch verbundenen Einheiten, wie sie in den Tierstöcken vorliegen. Bei diesen kann die gegenseitige Anpassung sogar zu weitgehender Arbeitsteilung und Differenzierung gedeihen, z. B. bei den Siphonophoren. Ein natürliches System ist bei der Vielgestaltigkeit der Bildungsweisen unmöglich. Die Möglichkeiten einer übersichtlichen Gruppierung sind dem mannigfaltigen Wesen dieser Einschnitte entsprechend zahlreiche. Die Anordnung erfolgt praktisch nach dem Grad der Anpassung und Abhängigkeit der Glieder voneinander.

Übrig geblieben sind jetzt im wesentlichen nur noch homotypische, abhängige Einheiten. Sie gehören in das Gebiet der Soziologie, Morphologie und Physiologie. Die letztere erforscht diejenigen Formen des Zusammenseins von Organismen, welche auf Grund geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung zustande kommen, wie z. B. Herden von Pflanzen und Tieren, welche durch Ausläuferbildung, Brutknospenbildung, Samenausstreuung, Ausschlüpfen aus Eihaufen usw. zustande kommen (z. B.: bei Hieracium Pilosella, Lycopodium Selago, Sagina nodosa, Arenaria serphyllifolia, bei Spinnen, Borkenkäfern usw.), ferner die verschiedenen Formen der Familien (Mutterfamilie, Elternfamilie usw.) und der Ehe. Die Morphologie untersucht die durch das Prinzip der Arbeitsteilung und Differenzierung besonders charakterisierten homotypischen Verbände organisch verknüpfter Individuen, die Koloniebildungen der Protozoen, die Verbände der Zellen im Metazoenkörper und in der mehrzelligen Pflanze.

Mit zum wesentlichen Teile homotypischen Einheiten befaßt sich die Soziologie. Die Frage nach der Natur der menschlichen Gesellschaft haben zuerst die griechischen Sophisten aufgestellt. Aristoteles hat dieselbe als ein natürliches Wesen erkannt, das auf die nämliche Weise wie die Natur erforscht werden muß. Doch noch bei Rousseau findet sich die entgegengesetzte Ansicht vom Staat als Kunstwerk, geschaffen und erhalten durch die Vernunft der Bürger. Erst Kant und später Hegel versuchen beide Ansichten zu vereinigen. Die nur speku-

lative, vom ethischen Standpunkt ausgehende Erforschung der soziologischen Probleme, wie sie vom Altertum bis zur Neuzeit (Augustin, Spinoza, Rousseau, Fichte u. a.) herrschend war, wird im Laufe des 18. und 19. Jahrhunderts mehr und mehr von induktiven, analytischen und experimentellen Methoden verdrängt. Außer der Geschichte und Nationalökonomie befaßt sich jetzt auch die Biologie mit denselben. A. Comte (Cours de philosophie positive, Paris 1830—42 und Système de politique positive 1822) begründet die Soziologie als selbständiges Forschungsgebiet auf naturwissenschaftlicher Grundlage. Ihr Arbeitsgebiet ist nach ihm die Erforschung der Statik und Dynamik der menschlichen Gesellschaft. In dem mehrfachen Wandel, den die Soziologie durchgemacht hat, ist der Punkt, welcher uns hier allein interessiert, das Verhältnis zur Biologie, einer der wandelbarsten gewesen. Spencer beschränkt wie Comte die Aufgabe der Soziologie auf die menschlichen Verhältnisse. A. Espinas (Les sociétés animales, Paris 1875, übersetzt nach der 2. Auflage von W. Schloesser, Braunschweig 1879), welcher als erster die sozialen Erscheinungen bei den Tieren umfassend behandelt und dieses Forschungsgebiet als Soziologie der Tiere bezeichnet hat (vgl. auch die wertvolle historische Einleitung der Arbeit von Espinas), schließt in die der Soziologie zufallenden Erscheinungen nicht nur die Verbände freier, nicht durch organische Bande verknüpfter Tierindividuen ein, sondern auch die Verbände der Zellen im Metazoenkörper und die Kolonien der Protozoen, ja er ist geneigt, noch weiter zu gehen: „Sollte es einem exakten Beobachter gelingen, in den Beziehungen der Pflanzen zueinander oder in den Beziehungen der Teile einer und derselben Pflanze Spuren eines Zusammenwirkens nachzuweisen, so würden wir in der Einverleibung dieser Ergebnisse in die soziale Wissenschaft gar keine Schwierigkeiten sehen." Espinas beschränkt sich jedoch schließlich auf die homotypischen Verbände freier Individuen und auf die Zellsozietäten der Tiere, spricht heterotypischen Organismenverbänden die Fähigkeit, „normale" Gesellschaften („Sozietäten") zu bilden, ab und behandelt dieselben nur als zufällige Assoziationen. Eine ähnliche Auffassung vertritt Petrucci (l. c.) Ganz auf biologischem Boden steht auch der vielfach Espinas sich anschließende Zoologe P. Deegener (l. c.). Er gibt eine umfassende Übersicht über die Fülle der Möglichkeiten des Zusammenlebens der Tiere und bezieht sowohl homotypische wie heterotypische Verbindungen freier Individuen, Zellsozietäten und Protozoenkolonien in sein „System" ein, alle diese Einheiten in die Gruppen der akzidentiellen, d. h. zufälligen Assoziationen und der essentiellen, d. h. zweckhaften Sozietäten scheidend. Bezeichnenderweise läßt sich Deegener auf eine Diskussion der Beziehungen seines Systems zur Soziologie nicht ein. Logischerweise ist die Soziologie ein Spezialgebiet der Biologie. Doch verfügt die heutige Biologie noch nicht über die Mittel, das ganz eigentümliche Wesen der menschlichen Gesellschaft zu erfassen, könnte deshalb auch nicht in einem rein „biologischen" System derselben gerecht werden, andererseits findet die überwiegend geisteswissenschaftlich orientierte Soziologie unter den sozialen Phänomenen der Tierwelt Ansätze zu Bildungen, welche den menschlichen Einrichtungen verwandt sind, und bezieht so die tierischen Gesellschaften in ihre Interessensphäre ein, wenigstens soweit sie auf psychischer Bindung beruhen. So ist es die Aufgabe der Tierpsychologie, die in das Gebiet der Soziologie („Tiersoziologie") fallenden Formen des Gemeinschaftslebens abzutrennen. Dieselbe scheint diese Grenze erst bei sehr hochentwickelten Säugern und Insekten suchen zu wollen; vgl. hierzu: Waxweiler, Sur la modification des instincts sociaux. Société de l'anthropologie Bruxelles 1907; Georges Bohn, Die neue Tierpsychologie, übersetzt von R. Thesing, Leipzig 1912.

Die soziologischen Einheiten Dauerehe (im Gegensatz zur kurzfristigen Ehe mit nur sexuellen Zielen, welche keine soziale Einheit ist), Familiengruppe, Herde, Volk usw. sind zunächst stets homotypisch, sie zeigen Arbeitsteilung, die Bindung ist psychischer Art und setzt ein hochentwickeltes Zentralnervensystem voraus. Ein durchgehendes Klassifikationsprinzip, welches ihrem Wesen und Bildungsgesetzen gerecht würde, fehlt bis jetzt noch. Die Deszendenztheorie, welche die Klassifikation der tierischen und pflanzlichen Sippen ermöglicht, läßt im Stich. Der Versuch von W. Stempell (Entwicklungsgeschichte der Tiergesellschaften. Mitteilungen aus dem zoolog. Inst. der Westf. Wilh.-Univ. Münster i. W., Heft 2, 1920) als Klassifikationsprinzip der Tiergesellschaften (welche er im gleichen Umfange einbezieht wie Espinas, Petrucci, Deegener), die Entwicklungstheorie zu verwenden, kann höchstens dem Zoologen eine Übersicht liefern, ist aber für die Soziologie wertlos, denn die Ansätze zur sozialen Bildung zeigen sich ja an den verschiedensten Stellen auf ganz verschiedenen Entwicklungsstufen der Tierwelt und durchlaufen vielfach nur kurze Strecken des Stammbaumes, oft in rascher Entwicklung. Als Anordnungsprinzip der soziologischen Einheiten im System könnte der Grad der Arbeitsteilung und der Differenzierung der in der Einheit verbundenen Einzelorganismen dienen.

Zum Schlusse sei noch auf die psychischen Bindungen zwischen ungleichartigen Tieren hingewiesen, welche mit sich gegenseitig ergänzenden Fähigkeiten ausgestattet erhöhte Sicherheit einander gewährleisten (z. B. Wildpferde und Strauße, Giraffen und Elefanten). Besondere Berücksichtigung verlangen auch Eigentümlichkeiten, welche bei hoch differenzierten Sozietäten auftreten und welche wohl geeignet sind, denselben über den Wert von Sozietäten hinaus einen höheren Ge-

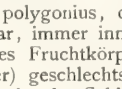
meinschaftswert zu verleihen. Ameisenvölker aus der Gruppe der Attini kultivieren Pilze, andere Arten (Azteca olithrix, A. Ulei, Camponotus femoratus u. a.) säen epyphytische Pflanzen in ihre hoch oben in Baumwipfeln angelegten Nester, um denselben mehr Festigkeit zu geben. Wieder andere, welche die Exkrete von Blattläusen verzehren, pflegen dieselben und deren Eier. Sie bauen schützende Hüllen um sie, sorgen für Nahrung, ja sie legen unterirdische Blattlausställe (für Wurzelaphiden) an und gewinnen so reichlich Nahrung von ihren „Kühen", daß sie auf den Nahrungserwerb außerhalb des Nestes verzichten können. Die Domestikation dieser Aphiden kann so weit gehen, daß dieselben ohne die Pflege der Ameisen lebensunfähig sind. Ähnliche Beziehungen bestehen zu Cocciden und Lycäniden und kommen auch bei Termiten vor. Durch diese von den Ameisenbiologen Trophobiose genannte Form der Symbiose erwerben sich die betreffenden Ameisenvölker eine gewisse Unabhängigkeit von der Biozönose, innerhalb welcher sie leben. Dazu mag auch die bei einigen Arten vorkommende Sklavenhaltung und Adoption (vgl. K. Escherich, Die Ameise. Braunschweig 1917) beitragen. Bei den Wirbeltieren zeigt sich Emanzipation von den niederen biozönologischen Einheiten bei den Zugvögeln und dann in ganz besonderem Maße beim Menschen. Der primitive Mensch ist noch stenotop, d. h. er ist nur an wenige Biozönosen angepaßt. Der Paläolithiker war z. B. auf waldfreie Gebiete angewiesen; er hat den wildarmen Urwald gemieden, in welchem er hätte verhungern müssen. Auch heute kann bei primitiven Völkerschaften weitgehende Stenotopie beobachtet werden. K. Sapper (Über Stenothermie der Tropenbewohner. Mittlgn. d. Geogr.-Ethnogr. Ges. Zürich 1918/19, Bd. XIX) schreibt vom Aussterben von Indianerfamilien des Hochlandes von Guatemala, welche im Tiefland sich ansiedelten, und kommt bei Untersuchung über die Wohnplätze der verschiedenen Indianerstämme des nördlichen Mittelamerika zum Ergebnis, daß diese kleinen Völkerschaften zumeist Gebiete bewohnen, die in sich „ziemlich einheitlicher" Natur sind. Er beobachtet Trennung in „biologisch recht verschiedene Zweige besonderer Arbeitsart", wo ein Indianervolk sich über zwei Vegetationsformationen, Urwald und Savannenland ausbreitet. Aus seiner Stellung als untergeordnetes Glied einer oder weniger Biozönosen macht sich der Mensch mit fortschreitender Kultur (Arbeitsteilung, Verbesserung der Werkzeuge, Tier- und Pflanzenzucht) mehr und mehr los, nimmt den Kampf gegen den Wald siegreich auf, entwässert Sumpfgebiete, bewässert arides Land und rückt so selbständiger werdend in immer höhere Ordnungen der biozönotischen Einheiten ein, um zuletzt durch eine große Auswahl von Kulturpflanzen und Tieren unabhängig gemacht, und eine den niederen Biozönosen gleichwertige und mit derselben in Konkurrenz tretende Einheit schaffend, nur noch der letzten derartigen Einheit, der Gesamtvegetation der Erde anzugehören.

Einzelberichte.

Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung bei Basidiomyzeten.

Wie bei den höheren Pflanzen, so findet auch bei den Basidiomyzeten ein regelmäßiger Wechsel zwischen Haplophase und Diplophase (Gametophyt und Sporophyt) statt. Die Diplophase kommt hier dadurch zustande, daß in einem von zufälligen Verhältnissen abhängigen Zeitpunkt der Entwicklung aus einem Nachbarmyzel ein Kern in eine Zelle übertritt. Alle Derivate dieser Zelle sind weiterhin zweikernig, die Verschmelzung findet erst in der jungen Basidie statt. Hierauf teilt sich der Verschmelzungskern zweimal hintereinander und je ein Teilkern wandert in die 4 Basidiosporen. Da während dieser Tetradenteilung die Reduktion der Chromosomenzahl stattfindet, so hebt mit der Spore die Haplophase an. Kniep hat nun festgestellt, daß bei manchen Hymenomyzeten der Geschlechtsakt ausbleibt, und daß dessenungeachtet das Myzel zur Fruchtkörperbildung schreitet. Diese Fruchtkörper sind im Gegensatz zu den normalen haploid, die Reduktionsteilung unterbleibt infolgedessen bei der Sporenbildung, und wir stehen somit vor der bemerkenswerten Tatsache, daß der ganze Entwicklungszyklus im haploiden Zustand durchlaufen werden kann. Man kann solch haploide Fruchtkörperbildung erzwingen, wenn man Sporen einzeln aussät und die Berührung mit anderen Myzelien verhindert. Weiterhin hat sich ergeben, daß nicht jedes Myzel mit jedem anderen kopulieren kann, sondern daß offenbar geschlechtliche Differenzierung vorliegt. Diese Verhältnisse sind in einer neueren Arbeit von Kniep (Verh. der physik.-mediz. Ges. Würzburg, N. F. 47, 1922) eingehender analysiert worden. Kniep ging bei seinen Experimenten von der Aussaat einer Basidiosporenvierergruppe aus, um zu ermitteln, wie sich die vier aus ein und demselben Basidienkern hervorgegangenen Myzelien gegeneinander verhalten. Es ergab sich, daß immer je 2 Myzelien einander gleichwertig sind, und zwar können die Angehörigen des einen Paares nicht unter sich, wohl aber mit jedem Paarling des anderen Paares in Kopulation treten, d. h. es ist eine deutliche geschlechtliche Differenzierung eingetreten. Die beiden Geschlechter lassen sich schon äußerlich dadurch unterscheiden, daß stets ein Paar der jungen Myzelien den anderen in der Entwicklung

voraneilt. Nunmehr wurden die Abkömmlinge zweier verschiedener Basidiosporentetraden eines und desselben Fruchtkörpers gegeneinander geprüft. Es zeigte sich folgendes: entweder kopulieren die Paarlinge einer Vierergruppe kreuzweise mit je einem Paar, der anderen, dann hat man es offenbar mit 2 Basidien derselben Konstitution zu tun, welche dieselben beiden Geschlechtstypen nebeneinander produzieren, oder aber eine Vierergruppe reagiert mit der anderen überhaupt nicht. Es sind, wie sich herausstellte, 2 Sätze von Vierergruppe vorhanden, die sich gegeneinander ablehnend verhalten, während die Vierergruppen ein und desselben Satzes alle in der geschilderten Weise miteinander reagieren. Die geschlechtliche Differenzierung ist also komplizierter, als es anfangs erscheinen mochte, es sind nämlich 4 verschiedene Geschlechtsmyzelien vorhanden, die paarweise zueinander gehören. Wie kann man sich nun die Verhältnisse im einzelnen erklären? Darüber bildete sich Kniep folgende Vorstellung: die Spaltung in Geschlechter fügt sich hier — im Gegensatz zu den Rostpilzen — dem dihybriden Schema. Es müssen 2 Faktorenpaare für die Geschlechtsbestimmung angenommen werden: Aa und Bb. Das diploide Myzel hat die Konstitution AaBb. Es werden in üblicher Weise 4 Gametensorten gebildet AB, Ab, aB, ab und es sind 16 Kombinationsmöglichkeiten vorhanden, die sich auf 9 verschiedene Genotypen verteilen. Von diesen 9 Genotypen sind 4 (nämlich AABB, AAbb, aaBB und aabb) homozygotisch in beiden Faktoren, 4 (nämlich AABb; AaBB; Aabb und aaBb) homozygotisch in einem Faktor, und bloß einer heterozygotisch in beiden Faktoren, nämlich AaBb. Kniep schließt nun weiter: „da nun in dem von mir untersuchten umfangreichen Material von Aleurodiscus polygonius, das von verschiedener Herkunft war, immer innerhalb der Nachkommenschaft eines Fruchtkörpers vier (niemals mehr oder weniger) geschlechtsverschiedene Myzelien auftraten, so ist der Schluß kaum abweisbar, daß nur solche Kombinationen möglich sind, bei denen vollständige Heterozygoten in bezug auf die beiden Faktorenpaare entstehen". Dies sollen die Pfeile in dem beigefügten Schema veranschaulichen.



Auf diese Weise läßt sich auch in sehr einfacher Weise das Auftreten der 2 Sätze von Basidiosporen an ein und demselben Fruchtkörper erklären. Der eine entspricht der Aufspaltung des diploiden Kerns in AB und ab, der andere derjenigen in Ab und aB. Da nur Befruchtungen stattfinden, die wieder zu vollständigen Heterozygoten AaBb führen, so kann der erste Satz mit dem zweiten nicht in Reaktion treten, und innerhalb ein und desselben Satzes kann natürlich auch bloß die Hälfte der Kopulation gelingen, nämlich Ab × aB oder aB × Ab, nicht aber Ab × Ab oder aB × aB usw. Wie es nach dem dihybriden Schema unter den gegebenen Voraussetzungen zu erwarten wäre, treten die 4 Geschlechtstypen in demselben Mengenverhältnis auf. So betrug das Verhältnis bei einem bestimmten Fruchtkörper 50 : 54 : 52 : 54. Das deutet darauf hin, daß die Faktoren A und B in verschiedenen Chromosomen liegen. Alle bisherigen Angaben beziehen sich auf Gametophyten, die demselben Fruchtkörper entstammen. Prüft man nun die Abkömmlinge zweier an verschiedenem Standort gewachsener Fruchtkörper gegeneinander, dann ergibt sich die auffällige Tatsache, daß alle Kreuzungen gelingen. Kniep deutet dies so, daß die in Frage kommenden Faktorengruppen, die AaBb und A'a'B'b' genannt sein mögen, sich so stark voneinander unterscheiden, wie dies AB und ab innerhalb desselben Fruchtkörpers tun. Es würden sich nunmehr also z. B. AB und A'B' als „multiple Allelomorphe" einander gegenübertreten, und vorläufige Versuche scheinen darauf hinzudeuten, daß auch sie entsprechende Stellen im Chromosom einnehmen. Die geschilderten Befunde zeigen, daß das sexuelle Verhalten der Hyphomyzeten sehr kompliziert ist. Mit der gewöhnlichen Ungeschlechtigkeit kommen wir hier nicht mehr durch. Das zeigt folgende Überlegung: „Innerhalb der Nachkommenschaft eines Fruchtkörpers kopulieren die Myzelien 1 und 2 miteinander. Nennen wir einmal 1 männlich und 2 weiblich. Nun kombinieren wir sowohl mit 1 wie mit 2 ein Einspormyzel (3) eines Fruchtkörpers anderer Herkunft. Es tritt in beiden Fällen Kopulation ein. Ist nun 3 männlich oder weiblich? Offenbar weder das eine noch das andere — oder beides zugleich. Letzteres ist aber nicht gut möglich, denn einerseits kopuliert ja 3 mit sehr vielen Einspormyzelien des Fruchtkörpers, von dem er isoliert worden ist, nicht, mit anderen dagegen kopuliert es. Andererseits gibt es innerhalb der von einem Fruchtkörper abstammenden Population Myzelien, die weder mit 1 noch mit 2 kopulieren, aber mit anderen Myzelien (4, 5, 6 usw.). Es sind das bei Aleurodiscus polygonius die Abkömmlinge einer Basidie desselben Fruchtkörpers, bei der eben die Aufspaltung in anderer Weise vor sich gegangen ist." Diese Betrachtung führt zum Begriff der multipolaren Sexualität, für die auch die Versuche Burgeffs mit Mucorineen Anhaltspunkte gegeben haben. Daß man diesen Vorgängen nicht etwa den Charakter der Geschlechtlichkeit absprechen kann, das geht daraus hervor, daß wir stets die typischen Merkmale der Sexualität antreffen: Zellkopulation, Kernverschmelzung und darauf folgende Reduktionsteilung. Man kann sich diese Verhältnisse phylogenetisch so erklären, daß an Stelle des einen Faktorenpaares für Geschlechtstrennung verschiedene Faktorenpaare aufgetreten sind, wie dies ja der geschilderten Betrachtung zugrunde liegt. Zum Schlusse wird noch ausgeführt, daß die beobachteten Erscheinun-

gen nichts mit Selbststerilität zu tun haben — es ist ja vielfach gerade das gegensätzliche Verhalten zu verzeichnen. Peter Stark.

Eine teilweise geschlechtsgebundene Vererbung der Augenfarbe beim Menschen.

Davenport und Hurst haben auf Grund ihrer statistischen Ermittlungen die Ansicht vertreten, daß die Vererbung der braunen und blauen Augenfarbe nach dem einfachen Mendelschen monofaktoriellen Typus verläuft und zwar derart, daß braun über blau dominiert. In Wirklichkeit scheinen die Dinge aber komplizierter zu liegen, wofür neuerdings Winge (Zeitschr. für indukt. Mitt. 28, 1922) interessantes Zahlenmaterial beibringt. Winge hat die Erblichkeitsverhältnisse für gegen 1400 Kinder ermittelt und findet folgende Daten. Die Ehen blau × blau lieferten 625 blauäugige und 12 braunäugige, die Ehen blau × braun 317 blauäugige und 322 braunäugige, endlich die Ehen braun × braun 25 blauäugige und 416 braunäugige Kinder; zweifelhafte Fälle (graugrün bis blaugrün) sind hier weggelassen. An dieser Statistik fällt zunächst auf, daß sich unter der Deszendenz blauäugiger Eltern braunäugige Kinder befinden, wenn auch in sehr geringer Anzahl (2 %). Dies dürfte nicht der Fall sein, wenn braun über blau tatsächlich dominiert. Da liegt die Vermutung nahe, daß hier einer der beiden Eltern doch verkappt braunäugig war, daß also gleichzeitig ein Hemmungsfaktor vorhanden ist, der die braune Augenfarbe nicht zur Entfaltung gelangen läßt. Dieser Faktor scheint auch auf die sonstigen Eigenschaften des Auges einzuwirken; so beobachtete Winge in den kritischen Fällen häufig gleichzeitig Astigmatismus, Schwachsichtigkeit u. dgl. Die Daten der Kombinationen braun × blau und braun × braun scheinen mit der Davenportschen Annahme gut zu stimmen. Im ersten Fall ergeben sich nahezu gleichviel braunäugige und blauäugige Nachkommen, im zweiten verhalten sich blau : braun etwa wie 1 : 3. Da in Dänemark die braunäugigen Individuen fast durchweg Heterozygoten sind, so sind nach dem monofaktoriellen Schema gerade die gefundenen Zahlen zu erwarten. Und trotzdem liegt die Sache nicht so einfach. Berücksichtigt man bei der Nachkommenschaft gleichzeitig das Geschlecht, dann ergibt sich, daß bei den weiblichen Individuen ein ganz erheblicher Überschuß an braunen Augen vorhanden ist. Das ist eine Tatsache, die schon früher die Statistiken der verschiedensten Länder (Finland, Schweden, Norwegen, Polen usw.) ergeben haben. Winge sucht ihr gerecht zu werden, indem er annimmt, daß zwei Faktoren für braune Augenfarbe vorhanden sind, von denen der eine in einem Autochromosomenpaar (B bzw. b), der andere im Geschlechtschromosom sitzt (W bzw. w). Beide bewirken für sich allein oder zusammen braune Farbe. Weiterhin wird angenommen, daß bW-Eier nicht existenzfähig sind. Es handelt sich also um einen besonderen Fall geschlechtsbegrenzter Vererbung. Wie Winge durch eine ausführliche Analyse des gefundenen Zahlenmaterials nachweist, lassen sich mit den geschilderten Voraussetzungen alle Einzeldaten erklären, insbesondere die Tatsache, daß die reziproken Ehen blau × braun und braun × blau einen ganz verschiedenen Ausfall zeigen. Solche geschlechtsbegrenzte Vererbung ist ja beim Menschen schon für die verschiedensten Eigenschaften (Farbenblindheit, Bluterkrankheit u. dgl.) nachgewiesen worden. Stark.

Giftwirkung des Meerrettichs.

Das Meerrettichöl, das identisch mit dem ätherischen Senföl zu sein scheint, ist, wie dies, ein starkes Gift, das eine heftige entzündliche Wirkung auf die Schleimhäute ausübt. Bei Gelegenheit von Versuchen, größere Mengen des zerriebenen Wurzelstockes zu konservieren, stellten sich, wie J. Kochs[1]) berichtet, bei der damit beschäftigten Person folgende Vergiftungserscheinungen ein. Nach einigen Stunden traten unerträgliche Kopfschmerzen auf, abgesehen von dem heftigen Tränen der Augen. Mattigkeit, heftige Gliederschmerzen, eine fast an Erblindung grenzende Reizung der Augen, Erbrechen, Bronchialkatarrh, Schlaflosigkeit schlossen sich an. Zuletzt war auch das Gehör beeinträchtigt und eine heftige Herzunruhe zeigte sich. Konjunktivitis, Bronchialkatarrh und Gehörsdämpfung hielten mehr als $2^1/_2$ Wochen an. Die letzten Krankheitserscheinungen waren erst nach 7 Wochen verschwunden. Miehe.

Der Eötvöseffekt.

Die letzten Untersuchungen von Baron Roland Eötvös beziehen sich auf die durch die Bewegung verursachte Schwereänderung. Wie wir es aus der nach seinem Tode erschienenen Veröffentlichung[2]) erfahren, hat sich Eötvös schon vor einem Vierteljahrhundert mit der Schwereänderung beschäftigt, welche nach ihm den Namen „Eötvöseffekt" erhielt, jedoch wartete er, bis die Entwicklung der Wissenschaft seine einfache Theorie einwandfrei bewiesen hätte.[3])

Was ist der Eötvöseffekt? Ein irdischer Punkt bewegt sich z. B. in Berlin, auf der $52^1/_2{}^0$ d. n. Br.

[1]) Angewandte Botanik, Zeitschrift für Erforschung der Nutzpflanzen 1922, Bd. IV, S. 90.

[2]) Experimenteller Nachweis der Schwereänderung, die ein auf normal geformter Erdoberfläche in östlicher oder westlicher Richtung bewegter Körper durch diese Bewegung erleidet, von Roland Eötvös. Ann. d. Physik **59**, 743, 1919.

[3]) Bestimmung der Schwerkraft auf dem Schwarzen Meere und an dessen Küste, sowie neue Ausgleichung der Schwerkraft auf dem Atlantischen, Indischen und Großen Ozean. Von Prof. Dr. D. Hecker, 1910, 103.

The Investigation of Gravity at Sea by Prof. W. G. Duffield. Nature, 1921, **106**, 732.

mit einer Geschwindigkeit von 278 m um die Erdachse, und so entsteht eine Zentrifugalkraft, welche das Gewicht der Körper mit 0,1 % verringert; z. B. ein Mann von 100 kg Gewicht wäre um 10 dkg schwerer in dem Augenblick, wo die Erde sich nicht weiter dreht. Nehmen wir an, daß dieser Mann „Unter den Linden" bei seinem behäbigen Spaziergange mit 1 m Geschwindigkeit nach dem königlichen Palast sich bewegt. Dann ist seine Geschwindigkeit um die Erdachse schon 279 m, also es entsteht eine größere Zentrifugalkraft und so vermindert sich sein Gewicht weiter, und zwar macht diese durch die eigene Bewegung verursachte Schwereänderung 1 g aus. Wenn unser Mann nach dem Tiergarten, also nach Westen geht, so ist seine Drehungsgeschwindigkeit 277 m, also er wird um 1 g schwerer sein. Auf einem Personenzug macht seine Schwereänderung 10 g, auf dem Expreßzug 30 g und auf einem Flugzeug 60 g aus. Bei einem mächtigen Ozeandampfer von 50000 t Gewicht macht der Eötvöseffekt 10 t aus und die Tauchlinie liegt mit 2 mm tiefer bei westlicher als bei östlicher Fahrt. Bei größeren Geschwindigkeiten und auf niederen geographischen Breiten wächst der Eötvöseffekt viel stärker als bei kleineren Geschwindigkeiten und auf höheren Breiten. Auf dem Äquator ist der Eötvöseffekt um 50 % größer, und bewegt sich ein Körper mit einer Geschwindigkeit von 8 km/sec, so verliert er sein Gewicht vollständig. — Wenn ein Körper nach West mit einer zweimal größeren Geschwindigkeit sich bewegt als seine von der Erddrehung stammende Geschwindigkeit ist, so tritt der Eötvöseffekt nicht auf. In diesem Falle ist nämlich die Drehungsgeschwindigkeit des Körpers um die Erdachse ebenso groß wie in ruhendem Zustand, jedoch in entgegengesetzter Richtung. Diese Geschwindigkeit ist auf dem Parallelkreis Berlins 556 m/sec; wenn ein Körper eine größere Geschwindigkeit hat, so entsteht eine Gewichtsverminderung in jeder Richtung und zwar die größte nach Ost, die kleinste nach West. Wenn die Geschwindigkeit kleiner als 556 m ist, so gibt es immer eine Richtung, wo das Gewicht unverändert bleibt. Diese „neutrale Richtung" liegt desto mehr nach West, je mehr die Schnelligkeit der von 556 m/sec sich nähert.

Außer der Kinematik ist in erster Reihe die Meteorologie, wo der Eötvöseffekt anwendbar ist, ja es waren sogar eigentlich Quecksilberbarometerablesungen auf hoher See, welche die erste Bestätigung des Eötvöseffekts lieferten.[1]) Die Korrektionen des Quecksilberbarometers machen pro 10 m/sec Geschwindigkeitszuwachs rund 0,1 mm aus.

Der Eötvöseffekt hängt auch mit den Problemen zusammen, die sich auf den Aufbau des Weltsystems beziehen. Eötvös selbst hat seine Formel „auf ein ruhendes Sonnensystem bezogen", doch es läßt sich das Prinzip des Eötvöseffekts auch auf ein sich bewegendes System anwenden. In diesem Falle ist es aber die Sonnengravitation, bei welcher der Eötvöseffekt auftreten kann. So läuft z. B. die Erde samt dem Mond mit einer Schnelligkeit von 30 km/sec um die Sonne und in derselben Zeit kreist der Mond mit einer Geschwindigkeit von 1 km/sec um die Erde. So bewegt sich eigentlich der Mond bei Neumond mit einer Geschwindigkeit von 29 km pro Sekunde und bei Vollmond mit einer von 31 km um die Sonne, da bei Vollmond die Erd- und Mondzirkulation eine gleichgesinnte und bei Neumond eine entgegengesetzte ist. Die gegenseitige Anziehung der Sonne und des Mondes unterliegt also einer vom Eötvöseffekt geforderten Veränderlichkeit. Da die berechnete Bewegung des Mondes von der Beobachtung abweichend ist, so ist vielleicht die sog. säkulare Beschleunigung des Mondes zum Teil auf den Eötvöseffekt zurückzuführen.[2])

Dr. phil. Em. Szolnoki.

[1]) l. c. von Hecker, 104.

[2]) Die Anwendung des Eötvöseffekts im bewegenden Sonnensystem; von Imre Szolnoki. — Ann. d. Physik, 67, 73, 1922 und Astronomische Nachrichten Nr. 5168, 127.

Bücherbesprechungen.

Sierks, M. J., Handboek der algemeene Erfelijkheidsleer. X u. 494 S., 5 farb. Taf. u. 127 Textabb. 'sGravenhage, M. Nijhoff, 1921. In Ganzleinen geb. 15 fl.

Das vorliegende Werk stellt eine erweiterte Neuauflage der „Erblichkeitsfragen" (1918) des Verf. dar und ist das erste Lehrbuch der Erblichkeitslehre, das in holländischer Sprache erscheint. Inhalt und Aufbau läßt sich naturgemäß nur in großen Zügen wiedergeben.

Nach einem einleitenden Kapitel (I), das die verschiedenen Methoden der Erblichkeitsforschung einander gegenüberstellt, wird zunächst über die statistische Methode und ihre Resultate (II) ein Überblick gegeben. Dies bietet auch Gelegenheit, einen Teil der wichtigsten Fachausdrücke abzuleiten. Die Behandlung der prämendelistischen Erblichkeitstheorien (III) und der aufkommenden experimentellen Methode (IV) gibt ein gutes Bild von der historischen Entwicklung der Problemstellung. Die Besprechung der Resultate von Mendels Experimenten (V) führt zur Ableitung des Verhaltens bei monohybrider, dihybrider und trihybrider Kreuzung; die Regeln der Mendelschen Vererbung werden dabei nicht besonders gefaßt. Beim Zusammenwirken der Faktoren (VI) wird die (irrtümlich Men-

del statt de Vries zugeschriebene) Dominanzregel abgelehnt. Von den verwickelten Verhältnissen der Auswirkung verschiedener Faktorenpaare wird vor allem die Polymerie gewürdigt, des weiteren auch Epistasie und Hypostasie abgeleitet. Die gegenseitige Abhängigkeit der Faktoren (VII) erweist sich an Batesons Lathyrusversuchen, durch welche das Vorkommen von Koppelung und Abstoßung abgeleitet wird. Batesons Theorie der Reduplikation wird behandelt und abgelehnt; zweckmäßig erscheint die Gegenüberstellung der Batesonschen und Morganschen Schreibweise für die Koppelung. Eine Besprechung der Rennerschen Komplextheorie ist hier angefügt.

An diese vorwiegend referierenden Kapitel, welche die nötige Einführung liefern, schließen sich dann weitere an, die mehr und mehr eine subjektive Stellungnahme des Verf. verraten.

Die Langsche Uniformität der F_1-Individuen (VIII) wird gegen neuere Angriffe verteidigt. Multiforme F_1-Generationen können einerseits genotypisch bedingt sein entweder durch kryptomere Heterozygotie der Eltern oder Eingreifen von Polymerie oder infolge von Komplexheterozygotie. Andererseits kann Multiformität plastotypisch bedingt sein durch Ungleichheit der Außenbedingungen oder Ungleichheit des relativen Gametenalters. All diese Möglichkeiten widersprechen aber der Uniformitätsregel im Prinzipe nicht. Wichtiger sind die Ausnahmen von der (Gärtnerschen) Regel der Uniformität der reziproken Bastarde (IX). Ditypie kann bedingt sein durch Umweltseinflüsse während der Embryonalzeit oder durch von mütterlicher Seite übertragene Plasmakrankheit. Ferner spielt eine große Rolle die Heterogamie, wie sie bei *Oenothera lamarckiana* und in anderer Form beim Morganschen Typus der Großvererbung in Betracht kommt, und schließlich auch geschlechtsgebundene Faktoren.

Mit größter Zurückhaltung wird die Natur und Lokalisation der Faktoren (X) behandelt. Auf Sutton (und doch wohl auch Boveri!) fußend und Janssens Chiasmatypielehre ausbauend hat Morgan seine verwickelten Theorien aufgestellt, welche nirgends zytologisch einwandfrei erwiesen sind. Krossung, doppelte Krossung und Faktorenlokalisation werden besprochen, die weiteren Komplikationen weggelassen. Außer dieser rein mechanischen Theorie wird auch der physiologischen, besonders von Loeb und Goldschmidt, gedacht. Die Allmacht der Chromosomen für die Vererbung wird dabei mit Recht bezweifelt. Anschließend wird der Augenblick der Faktorenspaltung behandelt. Erwiesen scheint die Faktorenspaltung bei der Reduktion. Daneben wird nun noch die Knospenvariation als Parallelerscheinung gestellt: Pfropfchimären zeigen das Auftreten von abweichenden Sprossen an scheinbar einheitlichen Klonen; ähnliches gilt für Sproßchimären (*Pelargonium*). Somatische Differentiation, Mutation oder somatische Bastardspaltung kommen als Erklärungswege dafür in Betracht; insbesondere der letzteren wird eine ausgiebige, wohlwollende Diskussion gewidmet.

Konstante Bastarde (XII) sind seltener als man früher annahm, da viele Beispiele der Literatur, wie Wichuras Weidenbastarde, sich als spaltend erwiesen. Es kommt vielmehr nur in Betracht Scheinkonstanz bei echter Bastardierung infolge Vorhandenseins polymerer Faktoren (Kaninchenohrenlänge), echte Konstanz bei Scheinbastardierung infolge von Apogamie oder Pseudogamie (*Hieracium*), echte Konstanz bei echter Bastardierung, wenn gewisse Typen ausfallen (Homozygoten-Elimination bei *Oenothera lamarckiana*). Die Vererbung des Geschlechts (XIII) wird an Hand des Rückkreuzungsbeispieles abgeleitet und durch das Verhalten der Heterochromosomen bestätigt. Geschlechtsgebundene Vererbung und Spaltungsverzug (non-disjunction) werden unter dem zytologischen Gesichtswinkel erörtert, und eine Besprechung der sog. physiologischen Geschlechtsdifferenzierung bei Pilzen angeschlossen. Die Untersuchungen von Correns und Collins über den Zeitpunkt der Geschlechtsdifferenzierung führen zur Wiedergabe von Goldschmidts Intersexualitätstheorie.

Für die Veränderung der Erbanlagen beim Individuum (XIV) werden die allogenetischen und autogenetischen Theorien einander gegenübergestellt. Bakterienversuche scheitern daran, daß es sich nicht um Linien handelt. Protozoenversuche haben an Durchschlagskraft verloren, seit über die Konjugation hinaus beständige Dauermodifikationen bekannt sind. Die Versuche über indirekte (somatische) Induktion bei Metazoen sind noch nicht beweisend, ebenso ist direkte Induktion noch nicht erwiesen. Ähnliches gilt nach Aufklärung der Önotherenmutationen auch für autogenetische Änderungen. „Für ein spontanes Auftreten einer genotypischen Veränderung irgendeines Organismus ist gegenwärtig kein Beleg zu finden" (S. 405). Also ist ein homozygotischer Organismus wahrscheinlich genotypisch „weder spontan, noch durch äußere Einflüsse veränderlich" (S. 406)!

Bei der Besprechung der Veränderung der Erbanlagen in reinen Linien und Populationen (XV) finden außerordentlich viele verschiedenartige Dinge Erwähnung. Reine Linien kommen praktisch kaum vor; für sie gilt die gleiche Konstanz wie für das Individuum. Erst Kreuzung bedingt Veränderung. Veränderungen in Populationen in ihrer Bedeutung für das Artbild sind abhängig von der Fortpflanzungsweise: bei Autogamie (besser Endomixis, Ref.) erfolgt fortschreitende zahlenmäßige Reduktion der Heterozygoten, bei Panmixie bleibt das Verhältnis erhalten (Hardy). Inzucht ist nur scheinbar schädlich. Heterosis führt zwar oft zu üppigerem Wachstum, aber nicht stets; eine Erklärung dafür allein durch Erbvorgänge erscheint nicht möglich.

Homozygoten werden gelegentlich infolge der Duplizität von Letalfaktoren ausgemerzt oder von Subletalfaktoren geschwächt; nur dies ist eine Gefahr bei Inzucht. Außerdem kann die Umwelt Populationen verändern durch Einfluß auf die Spaltungsweise, auf Zertationsvorgänge oder auf Krossungsverhältnisse. Schließlich können Selbststerilität, geographische Trennung und physiologische Sonderung (Fortpflanzungsperioden) eine Rolle spielen. Ebenso kommt Aussonderung bestimmter Typen vor. Im ganzen führen alle Besonderheiten zur Verringerung des Formenreichtums, während Bastardierung ihn vergrößert. Zum Schlusse wird noch ein kurzer Überblick über Begrenzung und Anwendung der Erblichkeitslehre (XVI) gegeben, in welchem ihre Bedeutung für die Wiederkehr von Krankheitsanlagen und geistigen Fähigkeiten behandelt und ihre gelegentlich in Betracht kommende juristische Bedeutung erwähnt wird.

Da der Verf. ein Botaniker ist, wird die starke Betonung der botanischen Seite der Vererbungslehre, die im ganzen Buche hervortritt, nicht weiter überraschen. Trotzdem hätten die Erfahrungen an Tieren vielleicht eine stärkere Hervorhebung verdient. Insbesondere wäre es wohl kein Schaden gewesen, wenn die Morganschen Forschungen etwas ausgiebiger Berücksichtigung gefunden hätten. Die Gegenüberstellung von zwei grundsätzlich so verschiedenen Dingen, wie Faktorenspaltung bei Reduktion und Knospenvariation, erscheint didaktisch recht unzweckmäßig; auch scheint Ref. die Theorie der somatischen Bastardspaltung im Verhältnis zu ihrer Wahrscheinlichkeit etwas zu ausführlich behandelt. Bei der Besprechung der Veränderung des Genotypus im Individuum wäre wohl ein erneuter Hinweis auf die Knospenvariation am Platz gewesen; auch der Mutationen bei *Drosophila* wäre zu gedenken gewesen, da sonst die Beweisführung einseitig erscheint.

Zusammenfassend darf man wohl sagen, daß im Sirksschen Buche ein Werk vorliegt, das zweifellos geeignet ist, einen guten Überblick über den Stand der Erblichkeitslehre zu geben. Die meist sehr vorsichtige Stellungnahme zu den einzelnen Problemen, welche vielfach in der wörtlichen Wiedergabe der entgegenstehenden Ansichten einzelner Forscher ihren Ausdruck findet, bietet dabei dem Leser selbst Gelegenheit, sich ein persönliches Urteil über die Sachlage zu bilden. Jedenfalls wird der Leser von dem Werk, insbesondere auch wegen der reichlichen Literaturhinweise, erheblichen Nutzen haben. Zu bedauern ist nur, daß es wegen seiner Abfassung in holländischer Sprache (und obendrein angesichts der Valutaverteuerung) bei uns wohl nicht im verdienten Umfange berücksichtigt werden kann. Die Ausstattung des Werkes darf in jeder Beziehung als mustergültig bezeichnet werden; vielleicht würde die reichlichere Verwendung von Strichätzung statt Autotypie, besonders für die Schemata, einen Gewinn bedeuten.

Prell (Tübingen).

Die Farbe. Jahrgang 1922. Mappe I. Leipzig 1922, Unesma.

Der Beginn des neuen Jahrgangs dieser „Sammelschrift für alle Zweige der Farbkunde" gibt Gelegenheit, auf einige wertvolle Arbeiten hinzuweisen. So handelt W. Ostwald über „das Auge und die Schule" — eine äußerst anregende methodische Grundlegung des wissenschaftlich betriebenen Zeichenunterrichtes, von der man wünscht, die Lehrerschaft möchte sich die darin niedergelegten Gedanken in der einen oder anderen Weise zu eigen machen. — In andere Richtung weist ein Beitrag „Neue Forschungsmethoden zur Physiologie des Auges". Hier ist jedem Farbkundigen ein neues Betätigungsfeld gewiesen, ohne daß es sehr kostspieliger apparativer Hilfsmittel bedürfte. — Den Historiker der Naturwissenschaften endlich wird eine Neuherausgabe der „Farbenpyramide" von J. H. Lambert fesseln. Man erstaunt über die hohe begriffliche Klarheit dieses Physikers, der schon im 18. Jahrhundert diesen wichtigen Beitrag zur Mathetik der Farbe lieferte.

Es sei betont, daß die genannten Arbeiten auch einzeln bezogen werden können; in sich geschlossen und ohne Mehrpreis. Die buchhändlerische Ausstattung ist vortrefflich. H. H.

Literatur.

Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes. 3. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 160 M., geb. 210 M.

Behrmann, Dr. W., Im Stromgebiet des Sepik. Eine deutsche Forschungsreise in Neuguinea. Berlin '22, August Scherl, G. m. b. H.

Druckfehlerberichtigung.

In der Besprechung des Werkes: Petersen, H., „Histologie und mikroskopische Anatomie" I. und II. Abschnitt: Das Mikroskop und allgemeine Histologie von M. Wolff (Eberswalde) (Nr. 27, N. F. 21. Bd. der Naturw. Wochenschr. S. 383) muß es heißen: Braus statt Bruns (dreimal).

Inhalt: H. Fricke, Das Wesen der Schwerkraft. S. 513. E. Schmid, Biozönologie und Soziologie. S. 518. — **Einzelberichte:** Kniep, Geschlechtsbestimmung und Reduktionsteilung bei Basidiomyzeten. S. 523. Davenport und Hurst, Eine teilweise geschlechtsgebundene Vererbung der Augenfarbe beim Menschen. S. 525. J. Kochs, Giftwirkung des Meerrettichs. S. 525. R. Eötvös, Der Eotvöseffekt. S. 525. — **Bücherbesprechungen:** M. J. Sirks, Handboek der algemeene Erfelijkheidsleer. S. 526. Die Farbe. S. 528. — **Literatur:** Liste. S. 528. — Druckfehlerberichtigung. S. 528.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 24. September 1922. | Nummer 39.

Beiträge zur Relativität der Individuen.

III. Die Wiederherstellung der Individualität bei Würmern.

Von Dr. **Wilh. Goetsch**, München.

[Nachdruck verboten.]

Mit 7 Abbildungen.

Die Versuche mit Seesternen[1]) beschäftigten sich mit dem Phänomen, das wir jedem Individuum zuzusprechen haben: der mehr oder weniger koordinierten Reaktion auf äußere Reize, wodurch erst die einzelnen Teile zu einer Gemeinsamkeit verbunden werden. Die Untersuchungen an den Süßwasserpolypen[2]) zeigten uns eine zweite Eigentümlichkeit individuellen Lebens: das Bestreben, die Individualität zu erhalten oder aber eine neue zu bilden, wenn genügend Material dafür vorhanden ist. Daß in beiden Fällen die Einzelteile für sich arbeiten können, darin zeigt sich eben das Relative bei den einzelnen Individuen, das bei den Seesternen sowohl wie bei den Hydren so deutlich hervortritt, weil beiden Klassen ein örtlich lokalisiertes zentrales Nervensystem fehlt, das bei anderen Formen in so hohem Maße dazu beizutragen pflegt, die Einheitlichkeit zu regeln.

Die Würmer besitzen dagegen eine solche Zentralstelle oder Hirn, wenn auch meistens noch in primitiver Art. Bei den Strudelwürmern, mit denen wir uns hier hauptsächlich beschäftigen wollen, steht es in unmittelbarem Zusammenhang mit den Augen, den charakteristischsten Sinnesorganen dieser Tiere, und bei den Regenwürmern, welchen wir am Schluß dieser Untersuchung einige Worte zu widmen haben, besteht das zentrale Nervensystem in einer Anhäufung nervöser Substanz am Vorderende des Tieres, von wo aus es mittels zweier Schlingen, die den Darm umgreifen, sich in das Bauchmark fortsetzt. Die Strudelwürmer oder Turbellarien sind ein bevorzugtes Objekt für experimentelle Untersuchungen; besonders sind unter ihnen die Planarien für Regenerationsversuche schon häufig herangezogen worden, da sie wie kaum eine andere Tierklasse die „Unsterblichkeit unter des Messers Schneide" demonstrieren. Man kann diese Lebewesen nach allen Richtungen zerlegen; stets macht sich das Bestreben geltend, auch aus kleinsten Stücken einen neuen Wurm wiederherzustellen.

Dabei ist es die Regel, daß stets die Polarität gewahrt wird; d. h. der Planarienkörper ergänzt immer das Fehlende an der Stelle, an welcher es verloren gegangen ist; das Vorn und Hinten, das Rechts und Links bleibt stets gewahrt, ebenso wie ein Magnet die Richtung des positiven Pols zum negativen stets beibehält, mag man ihn auch in noch so kleine Stücke zerlegen.

Von dieser Regel gibt es indessen Ausnahmen. Schneidet man z. B. einen Planarienkopf unmittelbar hinter den Augen ab, wie das in Abb. 2 mit der gestrichelten Linie angegeben ist, so kann das an diesem Kopfstückchen entstehende, eigentlich nach hinten gerichtete Regenerat ebenfalls einen kopfartigen Charakter tragen. In der Abb. 1 ist ein derartiger Fall dargestellt: Wir sehen in dem Zapfen, der am hinteren Ende des abgeschnittenen Kopfes gebildet worden ist, zwei Augen entstehen, so daß durch diese Neubildung nicht etwas verloren gegangenes wieder ersetzt wird, sondern im Gegenteil das, was schon vorhanden ist, in doppelter Gestalt erscheint. Diese Neubildung von Augen in dem nach hinten gerichteten Stück ist wahrscheinlich durch den Einfluß des Hirns zu erklären, das durch den Schnitt verletzt wurde und nun bei der Regeneration diese Sinnesorgane entstehen läßt, die stets mit ihm in engstem Zusammenhang stehen. Die Auflösung des einen ursprünglichen Auges in dem Präparat, welches der Abb. 1 zugrunde liegt, spricht für eine derartige Annahme. Ganz geklärt sind indessen diese Phänomene noch keineswegs.

Abb. 1. Sog. Heteromorphose. Ein abgeschnittener Planarienkopf hat nicht, wie zu erwarten stand, einen Schwanzteil regeneriert, sondern einen neuen, nach hinten gerichteten Kopf mit 2 kleinen Augen (in der Abb. hier links). (Nach einem Präparat von Frhr. v. Brand, München).

Dagegen glaube ich für die Erscheinungen eine Deutung gefunden zu haben, die ebenfalls für Heteromorphosen gehalten worden sind: für das Auftreten von Köpfen in den Schnittwinkeln von Planarien, die von hinten her bis in den Kopfabschnitt durch einen Schnitt längsgespalten wurden (Abb. 2). Es handelt sich meiner Ansicht nach dabei nämlich nicht um eine Umkehr der Polarität, sondern nur um eine Abdrängung von Teilen, die ursprünglich in normaler Richtung angelegt worden sind.

Zu dieser Annahme kam ich aus folgenden

[1]) W. Goetsch, Beiträge zur Relativität der Individuen I. Naturw. Wochenschr. Bd. 21, 1922, Nr. 15.

[2]) — —, Beiträge zur Relativität der Individuen II. Naturw. Wochenschr. Bd. 21, 1922, Nr. 36.

Gründen. Spaltet man eine Planarie in der Längsrichtung vollkommen durch, so läßt jede Hälfte eine neue Individualität entstehen; der rechte Halbteil ergänzt die fehlende Seite und umgekehrt. Wird nun der Schnitt nicht ganz durchgeführt, so daß zwar die Augen getrennt werden, am Kopflappen aber noch ein Zusammenhang besteht, so wird an dem Erfolg nichts wesentliches geändert; nur sind die beiden neuentstehenden Individualitäten nicht ganz voneinander gelöst, sondern noch durch eine kleine Brücke miteinander verbunden. Die so vereinigten Tiere hindern sich naturgemäß in ihrer freien Beweglichkeit außerordentlich, und es kommt daher auch meist bald zu einer Trennung dieser Eindruck von Einheitlichkeit, da dann die vordere Partie immer die Direktion angibt und dadurch die Reaktionen auf äußere Reize keinen Schwankungen unterworfen sind. Die hinteren Teile folgen den Impulsen des Kopfstücks, und so bewegt sich das Tier im allgemeinen normal.

Jedoch gibt es dabei Ausnahmen. Wird z. B. Nahrung dargereicht, so kriecht das Tier, von seinen einheitlich zusammengefaßten Sinnesorganen geleitet, bald darauf zu; die Rüssel jedoch, welche die Nahrung in sich aufzunehmen haben, machen sich dann stets Konkurrenz, wenn der Schnitt so weit geführt worden ist, daß die weit hinter dem Kopf befindliche Mundregion bei der Regeneration doppelt ausgebildet wurde (Abb. 3 S). Jeder Rüssel

Abb. 2. Planarie mit kleinem, nach hinten gerichteten Kopf im Schnittwinkel. (Die Abb. ist ebenso wie die folgenden meiner Arbeit „Regeneration und Transplantation bei Planarien", Arch. f. Entw.-Mech. 1921 u. 1922, entnommen.)

Abb. 3. Planarie, die von hinten her gespalten worden ist und 2 Mund- und Rüsselpartien (S) gebildet hat.

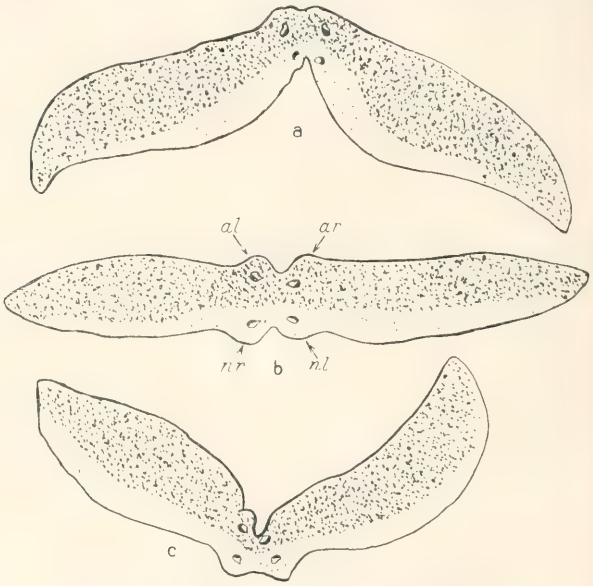


Abb. 4. Doppelplanarie in verschiedenen Bewegungsstadien.
a l = altes linkes, a r = altes rechtes Auge.
n l = neues linkes, n r = neues rechtes Auge.

Siamesischen Zwillinge, besonders dann, wenn man sie sich selbst überläßt. Nur durch einen dauernden Aufenthalt im Finstern lassen sich solche Bildungen überhaupt erzielen, da eine Abdunkelung die Bewegung der Planarien außerordentlich herabsetzt.

Richtet man die Schnittrichtung so ein, daß größere Verbindungsstrecken bestehen bleiben, so entstehen nicht wie in den soeben beschriebenen Fällen z w e i Individualitäten, sondern nur eine einzige. Das tritt besonders dann ein, wenn der Kopf nicht verletzt wird, wie in Abb. 3. Man hat dann trotz der Gabelung des Hinterendes den sucht dann das größte Stück zu erwischen und drängt den anderen weg, obwohl doch alles, was von dem einen oder anderen aufgenommen wird, der Gesamtheit zugute kommt. Wie bei den Hydren, zeigt sich auch bei den Planarien die Selbständigkeit der Teilkomplexe; nur ist bei den Strudelwürmern insofern eine größere Einheitlichkeit zu verzeichnen, als in der Mehrzahl der Fälle der Kopfteil mit seinen ausgedehnten Sinnesorganen die Direktion angibt und die übrigen Abschnitte sich trotz ihrer Selbständigkeit dem dadurch gegebenen Bewegungsrhythmus nachahmend unterordnen.

Ob bei der Regeneration gespaltener Planarien ein oder zwei Direktionszentren entstehen und damit ein oder zwei Individualitäten gebildet werden, liegt, wie aus dem soeben Gesagten hervorgeht, lediglich an der Schnittführung. Mein Bestreben ging nun dahin, das Experiment so einzurichten, daß ein ganz geringes Mehr oder Weniger darüber entschied, welchen Erfolg die Operation zeitigte. Da eine exakte, genau eingestellte Schnittführung bei der Beweglichkeit der Objekte niemals möglich ist, mußten eine große Anzahl Tiere gespalten werden, bis die Versuche das gewünschte Resultat lieferten.

Der eine dieser gelungenen Versuche ist der Abb. 4 zugrunde gelegt. Die bis in die Augenregion gespaltene Planarie regenerierte sich in einer abgedunkelten Schale zu einem Gebilde, wie es Abb. 4b darstellt; d. h. jede Teilhälfte hatte ein Auge neugebildet, so daß es ganz den Anschein erweckte, als ob hier zwei Individuen mit der Stirnpartie zusammengewachsen seien. Die Verbindung der alten Augenpartien — in der Abbildung mit al und ar bezeichnet — war aber nicht durchtrennt, sondern die Verbindungsstränge müssen noch vorhanden gewesen sein, so daß doch noch diese Abschnitte eine Einheit bildeten. Das zeigte sich dann, wenn das Tier ins Helle gebracht wurde und sich hier in Bewegung setzte. Dann konnte der ursprüngliche alte Kopf die Richtung angeben, in der das Tier sich vorwärts bewegte (Abb. 4a); die beiden neu entstandenen Augen wurden dann nach hinten abgedrängt und spielten kaum eine Rolle, ein einziges Direktionszentrum ließ beide Teilhälften einheitlich reagieren. Die beiden neu entstandenen Augen mit ihren Nervenganglien waren jedoch etwas mehr als nur ein unwesentliches Anhängsel. Durch irgendwelche innere oder äußere Ursache konnte es plötzlich ganz anders kommen. Dann trat vielleicht das alte rechte (ar in Abb. 4b) und neue linke (nl) als richtunggebend auf, und die Folge war dann, daß auch die beiden anderen Kopfhälften als eine Einheit fungierten. Das Gebilde wirkte dann plötzlich wieder als Doppelwesen, und jede Hälfte bewegte sich für sich allein. Da aber immer noch eine Verbindung bestand, versuchten beide Stücke förmlich durcheinander durchzukriechen, so daß Bilder in der Art der Abb. 5 entstanden.

Doch damit nicht genug! Es müßte auch noch eine Verbindung zwischen den neuentstandenen Augen eingetreten sein, und diese Verbindung konnte bewirken, daß manchmal die neuen Augen die Direktion angaben und die Bewegungsrichtung bestimmten (Abb. 4c), wobei dann der alte Kopf als nebensächlich beiseite gedrängt wurde.

Diese sonderbaren Erscheinungen derartiger Doppeltiere veranlaßten mich nun, auch die Köpfe, welche in der Art von Abb. 3 nach hinten gesichtet sind, als abgedrängte Teilprodukte anzurehen, die ursprünglich normal angelegt worden sind.

Läßt man nämlich eine Doppelplanarie dauernd in der Art sich fortbewegen, wie es die Abb. 4a zeigt, so werden nach und nach die neuen Augen schließlich mehr oder weniger fixiert und behalten ihre nach hinten gerichtete Stellung, während die Bewegungsrichtung dann dauernd durch die alten Kopfpartien bestimmt wird.

Bei meinen zahlreichen Versuchsobjekten ließen sich alle möglichen Übergänge dazu finden, und nicht nur Übergänge zwischen solchen akzessorischen Köpfen und richtigen Doppeltieren, sondern auch Zwischenformen zwischen kleinen, nach hinten gerichteten Köpfen und einfachen Gabelungen der hinteren Körperregion. Ein solches Zwischenstadium sind beispielsweise Tiere, die in dem Winkel, der von den beiden Hinterhälften gebildet wird, ein einziges Auge besitzen. Man hat sich die Entstehung eines solchen Auges so vorzustellen, daß es von der rechten und linken Spalthälfte gleichzeitig gebildet wird. Jede Hälfte legt zwar ursprünglich ein Sehorgan an als spiegelbildliche Ergänzung des rechten und linken Auges;

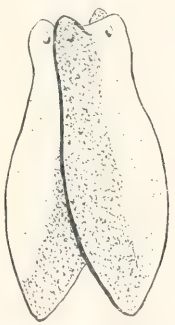


Abb. 5. Doppelplanarie in Bewegung. Die Regenerate sind heller gezeichnet.

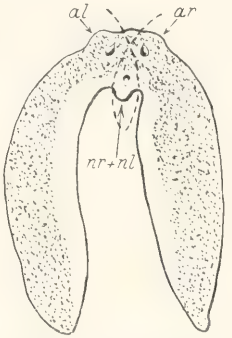


Abb. 6. Planarie mit einem einzigen Auge im Schnittwinkel. Bezeichnung wie in Abb. 4.

durch eine mechanische Ursache jedoch, etwa durch dauernde Kriechrichtung, werden diese Anlagen zusammengedrängt und gewissermaßen aufeinander projiziert, so daß nun ein einziges Auge die Ergänzung zu beiden alten Sehorganen bildet (Abb. 6).

Eine solche Annahme ist nun nicht nur eine theoretische Spekulation, sondern ließ sich durch Versuche erhärten. Wenn man nämlich solche Tiere in der Art zerschnitt, wie es in Abb. 6 eine der gestrichelten Linien andeutet, so rückte das eine nach hinten gerichtete Auge sofort nach vorn. Es stellte je nach der Schnittführung das spiegelbildliche Gegenstück zum alten rechten oder linken Auge dar, so daß unmittelbar nach einer solchen Operation die Planarienhälfte als einheitliches Ganzes wirkte.

Das gleiche trat übrigens ein, wenn man rich-

tige Köpfe, die wie in Abb. 2 im Spaltungswinkel nach hinten gerichtet waren, derart zerschnitt, wie es der Pfeil angibt. Sofort bildete dann das rechte Auge des alten Kopfes mit dem des neuen eine Einheit und umgekehrt, ein Zeichen dafür, daß auch hier keine Heteromorphosen vorliegen, sondern ursprünglich normal gerichtete Partien, die durch Wachstums- und Bewegungsprozesse aus ihrer Richtung abgedrängt worden sind und nur dadurch ihre sonderbare Lage erhalten haben.

Bei einer solchen Trennung längs gespaltener Tiere, die zwei Augen neugebildet hatten, machte ich einmal eine schöne Beobachtung darüber, wie ein gleicher Reiz auf ganz gleiche Weise wirken kann. Unmittelbar nach der Trennung der zusammengewachsenen Hälften begannen die Tiere in großen Kreislinien herumzukriechen, so daß die Regenerationszone immer dem Kreisinnern zugewandt war. Diese Bewegung ist, wie ich bereits an anderer Stelle ausführte,[1]) „ein Zeichen dafür, daß die ursprünglichen Nervenbahnen, die zwischen den ursprünglichen Augen vorhanden waren, noch nicht verloren sein konnten. Denn genau die gleichen Bewegungen machen auch Tiere, die man einseitig blendet.

Eigenartig war es auch zu sehen, wie die beiden vollkommen gleich gebauten Tiere, auf die der trennende Schnitt natürlich in ganz derselben Weise wirkte, in ihrer Reaktion vollkommen übereinstimmten. Die Kreise, die sie zogen, waren so einander kongruent, daß sie bei ihren ersten Begegnungen an genau derselben Stelle mit den Köpfen zusammenstießen. War dies geschehen, so zuckten beide etwas zusammen, um dann unter- und übereinander wegzukriechen. Beim vierten Male kamen sie dabei in etwas andere Bahnen, so daß ihre Kreise sich nicht mehr schnitten. Sie krochen dann in derselben Weise noch ungefähr 10 Minuten herum und kamen dann auch gleichzeitig zur Ruhe. Trotz der Trennung waren die Tiere also noch ganz auf denselben Lebens- und Reaktionsrhythmus eingestellt, der sie auf gleichen Reiz in gleicher Weise reagieren ließ. Da sie ja von ein und demselben Individuum abstammten, oder vielmehr noch, die zwei Hälften eines einzigen Wesens gebildet hatten, verhielten sie sich trotz der Trennung noch so einheitlich".

Weil die Tiere hier ursprünglich Teile ein und desselben Individuums gewesen sind, mag die Gleichheit der Reaktion vielleicht nicht so verwunderlich erscheinen. Es gibt jedoch bei den Würmern noch andere Fälle, in denen trotz aufgehobener Verbindung Einzelteile ihre Bewegungsweise fortsetzen, und diese Phänomene sind manchmal so eigenartig, daß sie mit Recht besondere Beachtung verdienen.

Als ein Beispiel dafür, wie eine Reaktion lediglich durch den einmal gegebenen Rhythmus bedingt wird, soll uns der Regenwurm dienen, über dessen Organisation einige Worte vorausgeschickt werden müssen.

Die Anneliden oder Ringelwürmer, zu denen unser Regenwurm gehört, zeichnen sich durch deutliche Einkerbungen ihres Körpers aus, wodurch sie in einzelne Ringel oder Segmente eingeteilt sind. Ein jedes Segment enthält Teile des Darms, des Blutgefäßes, des Nierenapparates in ganz der gleichen Weise; es besitzt ferner eine Anzahl von Borsten, die bei den einzelnen Arten verschieden gebaut sind, an jedem Ringel jedoch stets in derselben Zahl und Anordnung angetroffen werden. Endlich besitzt ein jedes Segment noch eine besondere Verdickung des durchgehenden Nervensystems, das für uns hier besonders wichtig ist; kurzum, ein jeder der abgeteilten Körperregionen hat im großen und ganzen die gleiche Ausbildung erfahren und enthält alles, was zum Leben des Wurmes nötig ist.

Einzig und allein das Vorderende ist anders gebaut; es besitzt eine große Anzahl von Sinnesorganen, wenn auch ausgebildete Augen unseren einheimischen Anneliden fehlen, im Gegensatz zu manchen Meeresformen, die außerordentlich gut organisierte Sehorgane besitzen. Wie Versuche zeigen, sind aber auch unsere Regenwürmer für die verschiedensten Reize sehr empfänglich; sie fliehen das Licht und müssen daher eine Empfindungsmöglichkeit besitzen; sie spüren den Unterschied des Bodengehaltes und sind auch für die Aufnahme anderer chemischer und physikalischer Reize ausgerüstet.

Die vollkommene Gleichheit der Segmente, die nur im Kopfabschnitt spezielle Ausbildungen tragen, ist nun die Ursache, daß jeder Körperabschnitt eine große Selbständigkeit bewahrt; und daraus resultiert wiederum, daß bei Zerstückelungen die einzelnen Teile nicht zugrunde gehen, sondern am Leben bleiben. Viele Anneliden besitzen daher auch die Fähigkeit weitgehendster Regeneration; auch unser Regenwurm kann verloren gegangenes wieder ersetzen. Seine Regenerationsfähigkeit ist jedoch an den verschiedenen Teilen verschieden stark; wenn man nur den Kopfteil abschneidet, so dauert es zum mindesten sehr lange, ehe dieser Teil vollständig wieder ersetzt wird. Die größten Feinde der Regenwürmer, die Maulwürfe, sollen diese Erscheinung benutzen, wenn sie sich Wintervorrat anlegen wollen. Sie sammeln dann eine Anzahl Würmer und beißen ihnen nur den Kopfteil ab. Die armen Geschöpfe bleiben dann am Leben, sind aber unfähig davonzukriechen.

Ob diese Angaben nun stimmen oder nicht, das eine ist sicher: Regenwürmer, denen der Kopfteil fehlt, vermögen keine koordinierten Bewegungen auszuführen. Die Bewegungsfähigkeit an sich ist zwar nicht aufgehoben, wohl aber die zielbewußte Direktion; sie können sich zwar winden und krümmen, aber nicht einheitlich in einer Richtung davonkriechen, ganz im Gegensatz

[1]) W. Goetsch, Regeneration und Transplantation bei Planarien. Arch. f. Entwickl.-Mech. Bd. XLIX, 1922.

zu einem vorderen Teilstück mit Kopfabschnitt, das bald die Flucht ergreift.

Man sollte nun glauben, daß der Verlust des Hirns die Ursache der unterbrochenen Bewegungskoordination sei. Das zentrale Nervensystem, so wäre anzunehmen, gibt den Impuls, der durch die Stränge des den Körper durchziehenden Bauchmarkes an die einzelnen Teile weitergeleitet wird. Das ist jedoch nicht der Fall. Präpariert man nämlich, wie dies Friedländer zuerst getan hat, Teile des Bauchmarkes aus der mittleren Region eines Regenwurmes heraus, so laufen die Kontraktionswellen, welche die Bewegung vermitteln, gleichwohl noch unverändert über den Körper hinweg, und die koordinierte Reaktion erleidet auch an den Stellen, die hinter dem durchtrennten Bauchmark liegen, keinerlei Abweichung.

Man kann sogar den Versuch noch weiter fortsetzen und den Wurm vollkommen zerschneiden, so daß jede Verbindung von Vorder- und Hinterteil gelöst ist. Verbinden wir nun die beiden Wurmhälften durch einen dünnen Faden, so machen wir die überraschende Erfahrung, daß sich auch über diesen Zwischenraum von einigen Zentimetern die unterbrochene Wellenbewegung auf das Hinterende fortsetzen kann. Wenn sich das letzte Glied des Vorderteils kontrahiert hat, spannt sich der Faden; ist dies geschehen, so zieht sich sofort der erste Ring des hinteren Wurmabschnitts zusammen, die Kontraktion setzt sich auf die folgenden fort und die Folge davon ist, daß auch dieser Abschnitt, der gar nicht mehr in organischem Zusammenhang mit den anderen Teilen ist, mit regelmäßigen Wellenbewegungen dahinkriecht.

Wie sind derartige Erscheinungen zu erklären? In dem hier behandelten Spezialfall wird angenommen, daß in jedem Segmente ein geschlossener Reflexbogen vorhanden ist und die Erregung von Segment zu Segment allein durch Zug des vorhergehenden Ringels ausgelöst wird, so daß es gleichgültig ist, ob dieser Zug durch einen gespannten Faden übermittelt wird oder durch feste organische Verbindung. Der Antrieb und die Direktion wird zwar durch den mit Sinnesapparaten ausgestatteten Kopfabschnitt gegeben; ist dies aber einmal geschehen, so ahmt jeder Ringel nach, was der vorhergehende vormacht. Allgemeiner ausgedrückt bedeutet dies, daß jeder Teil eine gewisse Selbständigkeit besitzt, aber doch auf einen gegebenen Rhythmus eingestellt ist. Wird dieser Rhythmus ausgelöst, so geht die Reaktion ungehindert vor sich, und es spielt nur eine untergeordnete Rolle, ob das Nervensystem unmittelbar der auslösende Faktor ist oder auf eine andere Weise ein Mitschwingen eingeleitet wird.

Da sich einzelne Teilstücke so leicht dem Ganzen anpassen, daß sie sogar bei einer ganz losen Vereinigung den gemeinsamen Bewegungsrhythmus mitmachen, wird es nicht wunder nehmen, daß Transplantationen und Pfropfungen von Körperteilen bei Würmern leicht auszuführen sind. Bei Regenwürmern ließen sich beliebig viel Segmente mit anderen in beliebiger Zahl vereinigen und dadurch lange und kurze Wurmeinheiten hervorbringen; und bei Planarien glückte es ebenfalls mit einiger Geduld, Stücke von verschiedenen Individuen zur Verwachsung zu bringen. Wie die Abb. 7 zeigt, sogar in inverser Stellung.

Abb. 7. Die Hinterenden von einer hellen und einer dunklen Planarie sind umgekehrt aufeinandergepfropft. Eine Regeneration unterbleibt, da die Wunden durch die Transplantation verschlossen sind.

Das Charakteristische solcher Transplantationen ist, daß auf den einen Organismus wohl ausgebildete Abschnitte eines anderen als Ganzes verpflanzt werden, die sich der Gemeinsamkeit einordnen, ohne besonders umgebildet zu werden; d. h. daß aus zwei oder mehr Teilstücken ein neues Individuum hergestellt wird. Die regenerativen Prozesse, die sonst aus eigener Kraft aus dem Vorhandenen eine Einheit zu bilden bemüht sind, treten dann meist nicht in Wirksamkeit, da die Herstellung der Individualität auf andere Weise möglich scheint.

Es ist in den einzelnen Fällen vermutlich immer nur der Wundreiz, der die Ergänzung des Fehlenden an dieser Stelle auslöst. Wird die Wunde künstlich geschlossen, so wird dieser Reiz behoben. Der Verschluß braucht dabei nicht immer durch ein aufgesetztes Teilstück bewirkt zu werden, sondern kann auch auf andere Weise geschehen. Bei meinen Planarienversuchen schnitt ich zur Demonstration dieser Verhältnisse z. B. an gespaltenen Tieren in der Art der Abb. 2 Hirn und Augen heraus, und da die Spalthälften sich infolge des herausgenommenen Zwickels auseinanderspreizten, wurde die Wunde geschlossen. Die Ausbildung von Augen konnte dadurch bei solchen Tieren vollkommen unterdrückt werden.

Die Herstellung von Individualitäten bei Würmern kann demnach durch mannigfache Weise geschehen. Überall spielt in erster Linie das Material eine Rolle, da bei all solchen Prozessen ein Mangel an bildungsfähigen oder umbildungsfähigen Stoffen die Wiederherstellung ungünstig beeinflussen muß. Neben dem Materialmangel oder Materialreichtum kommt es aber auch noch auf die Direktionszentren an, da es von ihnen abhängig sein kann, ob aus dem Vorhandenen ein oder zwei Individualitäten sich herausbilden, indem Einzelteile aufgelöst oder zusammengefaßt werden. Bei einer solchen Zusammenfassung spielt stets der nachahmende Rhythmus eine

große Rolle, da durch ihn Einzelteile zu einer Einheit verbunden werden können, die eine gewisse Selbständigkeit besitzen — gleichwie eine Saite anklingt und sich der Harmonie einfügt, wenn eine andere, gleichgestimmte angeschlagen worden ist.

Dieser auf Nachahmung und Mitschwingen beruhende Rhythmus ist, wie wir später noch wiederholt sehen werden, für eine Zusammenfassung von selbständigen Gebilden zu einer größeren Einheit äußerst wichtig. Er bildet mit der koordinierten Reaktion der so zusammengefaßten Einzelteile ein Hauptcharakteristikum einer Individualität. Kommt zu einer solchen Zusammenfassung von Einzelteilen dann noch das Bestreben, die so gewonnene Einheit zu erhalten und etwaige Verluste zu ergänzen und zu ersetzen, so können wir solche Gebilde als organisches Individuum auffassen. Dabei ist aber immer wieder zu bedenken, daß dieser Begriff etwas durchaus relatives ist, und ebenso wie bei den Würmern auch bei anderen Organismen, die wir als vollkommene Individualitäten zu betrachten gewohnt sind, die Zusammenfassung wirklich manchmal nur in einem ganz „dünnen Faden" beruhen kann.

Bücherbesprechungen.

Diels, Ludwig, Die Methoden der Phytographie und der Systematik der Pflanzen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Heft 2. Berlin und Wien, 1921, Urban und Schwarzenberg.

Mit der philosophischen Durchdringung der Naturwissenschaft, besonders auch der Biologie, geht eine Besinnung über die Methode Hand in Hand. In unmittelbarem Zusammenhang mit jener steht zwar nur die Diskussion der allgemeinen wissenschaftlichen Methode, wie sie in der Biologie besonders Tschulok und Schaxel angeregt haben; offenbar entspringt aber auch das vielfach empfundene Bedürfnis nach zusammenfassender Darstellung der Einzelmethoden einer gewissen synthetischen, philosophischen Geistesrichtung. Dieser Darstellung ist ein im Erscheinen begriffenes „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden" gewidmet, herausgegeben von Emil Abderhalden, eine Leistung, die nach ihrem Abschluß wohl einzig dastehen und den Beweis liefern helfen wird, daß die deutsche Wissenschaft trotz aller Not immer wieder literarische Felder zu einer möglichen und lohnenden Bearbeitung zu finden weiß. Für viele modernen Arbeitsrichtungen wird es die erste methodologische Zusammenfassung sein. Aber auch die ältesten biologischen Disziplinen, wie die Beschreibung und Klassifizierung der Lebewesen, sind von neuen Erfahrungen und Ideen so vielfach beeinflußt worden, daß auch da, wo ältere Darstellungen ihrer Methode vorhanden sind, der Versuch einer neuen lohnt. Linné, dessen Fundamenta botanica (1736) und Philosophia botanica (1751) zum großen Teil die erste moderne Behandlung der „Methoden der Phytographie und der Systematik der Pflanzen" bieten, hat die heute noch tragfähigen Grundlagen dieser Disziplinen gelegt; die Anatomie findet bei ihm noch keine Verwertung. Alphons de Candolle (La Phytographie ou l'art de décrire les végétaux, Paris 1880) lehrt schon, daß die Einteilung der Pflanzen auf alle Tatsachen gegründet werden müsse, auf die mit bloßem Auge, mit der Lupe und mit dem Mikroskop erkennbaren; aber von der Bedeutung der Vererbungslehre, der Variationsstatistik, der Serumdiagnostik, von der Darstellung in Stammbäumen ahnt er noch nichts.

Diels hat sich seiner Aufgabe, wie bei seiner Erfahrung auf den in Frage stehenden Gebieten zu erwarten war, mit größtem Geschick entledigt. Stets wird das Notwendige gesagt, auch durch Beispiele erläutert, aber — wenige Absätze ausgenommen — ohne unnötige Breite. Auf die Leistungsgrenzen der einzelnen Methoden, bzw. ihre noch geringe Erprobung oder ungenügende Durcharbeitung wird mit großer Sachkenntnis hingewiesen. So ist das Buch allen denen, die sich mit Pflanzenbeschreiben und Systematik — die beiden verbreitetsten Zweige der scientia amabilis —, und nicht nur der Phanerogamen, beschäftigen wollen, zum einführenden Studium dringend zu empfehlen. Sammler mögen besonders ad notam nehmen, was Diels über die Notwendigkeit eingehender geographischer, ökologischer und ökonomischer Angaben sagt. Aber auch der, den System und Systematik mehr von ihrer theoretischen Seite interessieren, findet eine Orientierung. Gerade die grundlegende Anschauung freilich, daß die Art nur ein Begriff, keine Realität sei, scheint mir doch noch nicht so endgültig begründet, wie Diels es ausgibt. So nimmt Heribert Nilsson (Experimentelle Studien über Variabilität, Spaltung, Artbildung und Evolution in der Gattung *Salix*, 1918) die Existenz der mehr oder minder wohldifferenzierten Arten in der Natur als eine Tatsache und gibt vom genetischen Standpunkt eine ganz neue Artdefinition: die Art ist „eine Kombinationssphäre, wo der Durchschnittstypus von der Frequenz der Gametenarten bedingt ist und wo die Variabilität von der Anzahl spaltender Faktoren bestimmt wird". Durch Selektion seien in der Natur die lebensfähigsten Kombinationskreise (Genotypenmischungen) ausgesondert worden, und das sind die gegenwärtigen Arten der Natur. Ferner sind meinem Gefühl nach in dem Bestreben, zwischen den Ansprüchen der praktischen Klassifikation

und der wissenschaftlichen Systematik zu vermitteln, die Interessen der ersteren etwas zu weitgehend gewahrt worden, was der Einstellung der Berliner Systematikerschule entspricht, aber wohl auch in dem praktischen Ziele des Buches begründet ist. Zum Schluß möchte ich den Wunsch aussprechen, es möge bald eine genauere Zusammenstellung des Materials erscheinen, das in den der Forschung zugänglichen Herbarien aufbewahrt wird, auch den ausländischen. Sie könnte dem Phytographen und Systematiker beim Entleihen fremder Herbarien wertvolle Fingerzeige geben und viele unnötige, hohe Portokosten ersparen. Hubert Winkler, Breslau.

Anregungen und Antworten.

In Nr. 14 dieser Zeitschrift hatte ich gelegentlich einer Kritik von Nachtsheims Auffassung über die „Entstehung blinder Höhlenformen" behauptet, es sei unmöglich, daß eine einmal zufällig aufgetretene dominierende Abart ohne Hilfe von Selektion die Stammform im Laufe noch so vieler Generationen verdrängen könne, vielmehr bleibe das Verhältnis Mutante zu Stammform auch in allen späteren Generationen das gleiche. Kranichfeld (Nr. 24 d. Zeitschr.) stimmt nun zwar dem ersten Teil meiner Behauptung vollkommen zu, lehnt aber die zweite Hälfte in längeren Ausführungen ab, und das veranlaßt mich im Interesse der Klärung der Sachlage nochmals das Wort zu ergreifen.

Nehmen wir einmal an, bei irgendeiner Tierart, die (der einfachen Rechnung wegen) nur 1000 Individuen umfassen soll, träte plötzlich unter diesen 1000 eine abweichende erbliche Form auf, die sich gegenüber der Stammart dominant verhält. Wir hätten dann also 1 DD + 999 RR. Jedes Paar dieser (einjährigen) Art, soll nun, wie wir ebenfalls der Einfachheit halber annehmen, nur 2 Junge haben. In Wirklichkeit wird natürlich die Zahl der Jungen stets größer sein, doch geht dann die 1000 übersteigende Individuenzahl im Kampfe ums Dasein zugrunde. Denn im allgemeinen bleibt ja die Individuenzahl einer Art bekanntlich immer etwa die gleiche. Übrigens würde sich am Zahlenverhältnis Mutante zu Stammform, auf das es ja allein ankommt, auch nicht ändern, wenn alle Individuen am Leben blieben. Das eine DD muß sich natürlich mit einem der 999 RR paaren und die übrigen 998 RR geben 499 Paare, also 1 (DD × RR) + 449 (RR × RR). Bei 2 Jungen pro Paar ergibt F_1 : 2 DR + 998 RR.

Wir hätten also eine Verschiebung der Verhältnisse Mutante zu Stammform zugunsten der ersteren. Natürlich ist diese Zunahme nur scheinbar, da ja die 2 abweichenden D-Formen von F_1 heterozygot sind, während die ursprüngliche Mutante homozygot war. Übrigens treten ja in Wirklichkeit die meisten Mutanten von vornherein heterozygot auf, wobei natürlich die scheinbare Zunahme in F_1 wegfällt. — Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit werden sich im allgemeinen die 2 DR mit Normalformen RR paaren müssen (im anderen Falle würde sich übrigens auch nichts ändern). Es ergeben sich also in F_1 folgende Paare: 2 (DR × RR) + 498 (RR × RR) und für F_2 : 2 DR + 2 RR + 996 RR = 2 DR + 998 RR, also genau das gleiche Zahlenverhältnis wie in F_1. Natürlich muß dann auch in F_3, F_4 usw. das Verhältnis das gleiche bleiben, nämlich 2 Mutanten = zu 998 Stammformindividuen, oder, falls die allererste Mutante, wie das gewöhnlich der Fall ist, DR war, 1 : 999. Damit ist aber bewiesen, daß sich das Verhältnis: dominierende Mutante zu Stammform wenigstens von der F_1-Generation an bei fehlender Selektion nicht ändert.

Die Annahme Plates in der 3. Auflage von „Selektionsprinzip usw.", daß eine neu entstehende dominierende Mutation ohne Selektion die Stammform zu verdrängen vermöge, war natürlich falsch. Denn einmal berücksichtigte er die RR-Formen überhaupt nicht genügend, sodann beachtete er nicht, daß die Gesamtindividuenzahl der Art durch den Kampf ums Dasein immer wieder auf die ursprüngliche reduziert wird, war natürlich Stammform und Mutante in verhältnismäßig ganz gleicher Weise trifft, ferner, daß auch beim Nichteintreten dieser Reduktion die Wahrscheinlichkeit einer Paarung DR × DR nur gering ist, da zwar die Mutante, im gleichen Verhältnis aber auch die Stammform an Zahl zunimmt, endlich, daß sich am Zahlenverhältnis Mutante zu Stammform, wie leicht zu ermitteln, auch beim Eintreten solcher Paarungen, nichts ändern würde (abgesehen von einer scheinbaren kleinen Änderung zuungunsten der Mutante, da ja wieder DD-Formen auftreten). Die Tatsache, daß Plate diesem Irrtum zum Opfer fiel, beweist, beiläufig bemerkt, daß Herrn Nachtsheims Entrüstung darüber, wie man einen bekannten Forscher, der doch mit diesem ABC der Vererbungslehre vertraut sei, einen derartigen Fehler zutrauen könne, durchaus nicht am Platze ist. Übrigens hat Plate, wie schon Herr Kranichfeld feststellte, diesen Fehler bereits in der 4. Auflage des „Selektionsprinzips" ebenso wie in seiner „Vererbungslehre" ausgemerzt, andererseits aber anerkennenswerterweise in einer anderen Arbeit den Irrtum offen zugegeben.

Wie kommt nun aber Herr Kranichfeld zu der abweichenden Auffassung, daß die Mutantenformen in den späteren Generationen ständig abnehmen? Das hat seinen Grund einfach darin, daß er zwar dauernd die ursprünglich vorhandene RR-Stammformindividuen und ihre Nachkommen als Paarungspartner für die Mutantenformen in seine Rechnung hineinzieht, sie aber sonst ganz unberücksichtigt läßt. Sein Schema wäre also (bei Annahme von 999 unveränderten Artindividuen und 1 Mutante in der P-Generation, sowie 4 Jungen pro Paar) folgendermaßen abzuändern:

Generation	Gesamtzahl der Individuen	Anzahl der D- und R-Formen	Verhältnis D : R
P	1000	1 DD	+ 999 RR 1 : 999
F_1	2000	4 DR	+ 1996 RR 4 : 1996 = 2 : 998
F_2	4000	8 DR + 8 RR	+ 3984 RR 8 : 3992 = 2 : 998
F_3	8000	16 DR + 16 RR 32 RR	+ 7936 RR 16 : 7984 = 2 : 998
F_4	16 000	32 DR + 32 RR 64 RR 128 RR	+ 15 744 RR 32 : 15 968 = 2 : 998

Man sieht ohne weiteres, daß in jeder Generation das Plus an RR-Formen unter der direkten Nachkommenschaft der Mutante bei den RR-Nachkommen der 999 Stammformindividuen fehlt, daß also im ganzen das Verhältnis D : R, wie wir ja das schon oben sahen, von der D_1-Generation an unverändert bleibt, nämlich in unserem Falle 2 : 998.

Nun noch einige Worte zu Nachtsheims Erwiderung in Nr. 17. Auf die zitierten Aussprüche seiner 3 Autoritäten will ich nicht weiter eingehen, denn Herr N. zweifelt doch

wohl kaum daran, daß es leicht sein würde, ihnen ebensoviele Bemerkungen nicht minder bekannter Biologen entgegenzusetzen. Am Schluß seiner Ausführungen präzisiert N. seine Auffassung nochmals mit folgenden Worten: „Das Auge hat nun" (im Dunkeln) „keinen Selektionswert mehr, die augenlosen Mutanten werden infolgedessen nicht mehr eliminiert und infolge ihrer Dominanz über die Ursprungsform werden sie diese mehr und mehr zurückdrängen". Abgesehen davon, daß es damals statt „zurückdrängen" wohl „verdrängen" hieß, ist das etwa dasselbe, was N. schon im ersten Artikel gesagt hatte. Nun kommt aber jetzt noch ein Zusatz, der damals fehlte und den Sinn gänzlich ändert. Es heißt nämlich weiter: „Die von Herrn Peter aufgestellte" (und, wie wir oben sahen, richtige) Behauptung, daß die Nachkommen der Stammform und der Mutante während aller Generationen in demselben Zahlenverhältnis zueinander blieben, wäre nur dann richtig, wenn keine neuen gleichsinnigen Mutationen erfolgen würden. Aber das ist eben der Fall. Resultat also: die größte Mehrzahl der Tiere ist augenlos, die Augentiere werden mit der Zeit immer seltener." Jetzt sollen also auf einmal die neu entstehenden gleichsinnigen Mutationen daran schuld sein, daß die Abart die Überzahl erlangt. Zur Überzahl gehören aber bei einer Art von nur 1000 Individuen bekanntlich mindestens 501. So viele Mutationen gleicher Art müßten also im Minimum unabhängig voneinander enstehen. Zu solchen gewagten Hilfsannahmen seine Zuflucht nehmen, heißt doch wohl m. E. den Bankrott der Mutationstheorie selbst anmelden. Vollends unbegreiflich ist mir gar die Behauptung: „Aber das ist eben der Fall." Welchen Sinn soll übrigens nun der obige Passus „infolge ihrer Dominanz über die Ursprungsform" noch haben? Wenn er fehlte würde sich doch am Sinn der obigen Behauptung gar nichts ändern. Könnte doch nach der obigen Methode schließlich sogar eine rezessive Mutation die Stammform zurückdrängen. —

Was die Entstehung der blinden Höhlenformen anlangt, so möchte ich zum Schluß auf einen kürzlich in der Zeitschrift für induktive Abstammungslehre erschienenen Aufsatz von Alverdes verweisen, worin dieser zu jener Frage ähnlich wie ich Stellung nimmt. W. Peter, Buenos Aires.

Eine Anregung zur Reform der botanisch-anatomischen Terminologie. Wohl keine Wissenschaft hat eine ganz folgerichtig durchgeführte Terminologie. Das liegt an der stückweisen Entstehung und den geschichtlichen Um- und Irrwegen der Wissenschaft. Fachausdrücke, die halbe oder ganze Irrtümer zum Ausdruck bringen, haben sich in der Überlieferung und im Schrifttum der Wissenschaft festgesetzt und werden heute noch angewendet, obgleich sie Relikte früherer Zeiten mit anderen Anschauungen sind. Natürlich hat auch nicht bei allen Fachausdrücken, denen an sich eine richtige Auffassung der Tatsachen zugrunde liegt, die Logik Pate gestanden. Daß ich hier eine Nachprüfung der anatomischen Fachausdrücke anrege, obwohl ich auf dem Gebiete der Anatomie nicht gearbeitet habe, hat zwei Gründe. Der akademische Lehrer muß dem Nachwuchs auch Stoffe übermitteln, die er selbst nur übernommen hat. Da nach einem treffenden Worte Max Schelers die einzige geistige Beseelung, welche Stoffüberlieferung besitzen kann, die genau durchdachte pädagogische Methodik der Stoffüberlieferung ist, so muß auch der akademische Lehrer, wenn er nicht ein Automat werden will, die pädagogische Methode pflegen. Und gerade dabei bin ich zu Reibungen mit der anatomischen Terminologie gekommen. Übrigens hat schon Sachs in seinen „Physiologischen Notizen" es beklagt, daß die Biologen im Gegensatz zu den Astronomen, Physikern, Kristallographen und Chemikern ihre Nomenklatur nicht dem Stande dhr wissenschaftlichen Erkenntnis angepaßt haben.

Von geringerer Bedeutung ist es, daß Ausdrücke, die aus früheren falschen Deutungen stammen, weiter benutzt werden, wie Trachee und Tracheide für die wasserleitenden Elemente des Holzes. Man kann ja, wenn man diese Ausdrücke etymologisch und sachlich erklärt, auf die frühere irrtümliche Auffassung hinweisen, was in vielen Fällen didaktisch sogar nützlich ist; aber doch nur, wenn man den Irrtum nicht nur kurz berührt, sondern in seiner Entstehung begründet. Zu solchen geschichtlichen Abschweifungen mangelt es aber meist an Zeit. Anatomische Fachausdrücke sollen nicht, wie binäre Tier- und Pflanzennamen, „nichts bedeuten" (nur den Organismus in seiner systematischen Stellung gegen andere abgrenzen), sondern sie sollen im Gegenteil möglichst anschaulich, lebens- und bedeutungsvoll sein. Dann kann man doch aber Elemente, die der Wasserleitung dienen, nicht „Tracheen" und „Tracheiden" nennen! Schon Potonié hat in diesem Falle eine Verbesserung vorgeschlagen: „Hydroiden", ein Wort, das hinsichtlich seiner Bedeutsamkeit gut gewählt, nach seiner dem Ausdruck „Tracheiden" angeglichenen Form aber wohl zu beanstanden ist. Potoniés Vorschlag hat keinen Erfolg gehabt; andere Fachausdrücke, die auf falschen Auffassungen beruhten, sind aber ganz verschwunden, wie Nägelis „Fibrovasalstrang" beweist.

Didaktisch schwerer wiegen Folgewidrigkeiten im System der Fachausdrücke. Nur einen Fall, der seit Jahren meinen Widerspruch geweckt hat, will ich hier anführen. Soll dem Studenten das Dickenwachstum des Dikotylenstammes klar werden, so muß er den Gegensatz von primären und sekundären Geweben verstehen. Besagt der Ausdruck „primäres Holz" und „primäres Phloem", daß diese Gewebe schon vor Einsetzen der Kambiumtätigkeit vorhanden waren, und zwar — abgesehen von der Zwischenzone des Kambiums — auf demselben Radius eng aneinander liegend, und daß sie durch den „sekundären Zuwachs" auseinander gedrängt werden, so daß jeder von zwei Urmarkstrahlen begrenzte Gewebekeil aus drei hintereinander liegenden Teilen besteht, zu äußerst dem primären Phloem, zu innerst dem primären Xylem, dazwischen dem sekundären Zuwachs; bezieht man hier also die Ausdrücke „primär" und „sekundär" auf Gewebe in radialer Anordnung, so ist es eine Folgewidrigkeit, die ganzen durch die Kambiumtätigkeit verlängerten Urmarkstrahlen als „primäre Markstrahlen", die später in die Holzkeile eingeschobenen Markstrahlen als „sekundäre" zu bezeichnen. Auch die Urmarkstrahlen der verdickten Achse bestehen aus primärem und durch die Kambiumtätigkeit erzeugtem sekundären Gewebe, genau wie jeder Gewebeteil zwischen den Urmarkstrahlen aus primärem und sekundärem Xylem und Phloem besteht. Zweckmäßig wäre es vielleicht, den Ausdruck primäre und sekundäre Markstrahlen überhaupt fallen zu lassen, die Urmarkstrahlen kurzweg Markstrahlen und die später eingeschalteten nach dem Vorschlage Strasburgers als „Holzbaststrahlen" zu bezeichnen. Hinzu kommt, daß der primäre Markstrahl — dieser Begriff in seiner einzig richtigen Bedeutung angewendet — gar kein „Strahl", sondern eine mehr oder minder dünne Gewebelamelle ist, die man „Gefäßbündelmaschen-Platte" oder kurzweg „Maschenplatte" nennen könnte. Aus diesen Maschenplatten entstehen beim sekundären Dickenwachstum die Markstrahlen.

Eine große Anzahl von Studenten, die nur Worte hören und auswendig lernen, vielleicht auch nicht die nötige Schulung des Denkens haben, merken die Inkonsequenz gar nicht. Die denkenden aber, die sich auch eine Vorstellung bilden wollen, werden verwirrt. Aber auch abgesehen von diesem pädagogischen Gesichtspunkt müßte doch jede Wissenschaft nach einem folgerichtigen System ihrer Fachausdrücke streben.

Der Grund dafür, daß ich jetzt diese Anregungen veröffentliche, obgleich ich den Mangel schon jahrelang empfinde, ist ein äußerer. Es ist augenblicklich ein von Linsbauer herausgegebenes, wie es scheint, sehr ausführliches Handbuch der Anatomie in Vorbereitung. Das wäre eine gute Gelegenheit, der Nomenklaturfrage näher zu treten, wenigstens auf jenen älteren Forschungsgebieten, die heute einen gewissen Abschluß erreicht haben, der Lehre vom „Zellhautgerüst" der Pflanzen und der topographischen, z. T. auch der physiologischen Gewebelehre. Die rechte Energie wie das rechte Maß bei diesem Unternehmen muß man den Fachleuten überlassen.

Hubert Winkler, Breslau.

Inhalt: W. Goetsch, Beiträge zur Relativität der Individuen. (7 Abb.) S. 529. — **Bücherbesprechungen:** L. Diels, Die Methoden der Phytographie und der Systematik der Pflanzen. S. 534. — **Anregungen und Antworten:** Entstehung blinder Höhlenformen. S. 535. Eine Anregung zur Reform der botanisch-anatomischen Terminologie. S. 536.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 1. Oktober 1922. | Nummer 40.

Über die Homomerie.

Vortrag, gehalten auf der Versammlung der D. Zoolog. Gesellschaft in Würzburg.

Von Prof. Dr. **H. E. Ziegler.**

[Nachdruck verboten.]

Mit 6 Abbildungen im Text.

Das von Plate eingeführte Wort Homomerie bezeichnet eine Vererbungsweise, bei welcher eine Anzahl von Faktoren (Genen) gleichsinnig zusammenwirkt; andere Autoren gebrauchen die Bezeichnung Polymerie oder Prinzip von Nilsson-Ehle. Der erstgenannte Ausdruck ist vorzuziehen, weil er schon in dem Wort das Wesentliche angibt, die Gleichartigkeit der Faktoren. Im Sinne der Chromosomentheorie bedeutet die Homomerie folgendes: eine Eigenschaft beruht auf mehreren oder auf allen Chromosomenpaaren, und deren Wirkungen addieren sich.

Die Homomerie ist praktisch von großer Wichtigkeit, da viele Eigenschaften der Haustiere (Größe, Schnellwüchsigkeit, Milchergiebigkeit u. a. m.) und auch manche Veranlagungen beim Menschen (insbesondere geistige Eigenschaften und Geisteskrankheiten sowie konstitutionelle Krankheiten) sich in dieser Weise vererben. [1])

Für die Homomerie gelten bestimmte Gesetzmäßigkeiten, welche zwar in den Lehrbüchern der Vererbungslehre besprochen werden, [2]) aber doch nicht so allgemein bekannt sind wie die Mendelsche Regel. Sie können in folgender Weise erläutert werden. Wenn zwei Tiere gekreuzt werden, welche in einer Eigenschaft sich unterscheiden, z. B. in den Längenmaßen 10 und 16 und welche in der betreffenden Eigenschaft in allen Chromosomenpaaren Homozygoten sind, so erhält die F_1-Generation den Mittelwert (13), weil ebensoviele Chromosomen für den Wert 10 wie für den Wert 16 vorhanden sind. In die reifen Sexualzellen kommen nun infolge der Reduktion schwankende Zahlen der beiden Arten von Chromosomen (Abb. 1), und erkennt man die Häufigkeit der einzelnen Zahlenverhältnisse aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung; [3]) sie wird durch die Binomialkoeffizienten bestimmt. Die F_2-Generation geht aus der Kombination solcher Sexualzellen hervor und enthält folglich ebenfalls schwankende Zahlenverhältnisse. Aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung ergibt sich, daß die Häufigkeiten der einzelnen Fälle ebenfalls durch die Binomialkoeffizienten zu bestimmen sind; die Häufigkeitskurve ist also die Binomialkurve (Abb. 2). Das Ergebnis ist demnach ein ähnliches wie man es von der fluktuierenden Variation kennt. [1]) Die mittleren Werte sind die häufigsten, die kleineren und die größeren Werte sind weniger häufig, und die extremen Werte (hier 10 und 16) sind so selten, daß sie praktisch gar nicht in Betracht kommen.

Wichtig ist nun die Frage, was bei der Selektion geschieht. Bringt man zwei mittlere Werte zusammen, so ist das Ergebnis dasselbe wie in dem vorigen Falle. Wählt man aber zwei seitliche Werte derselben Richtung aus (z. B. zwei Werte 15), so pendelt das Ergebnis um den ausgewählten Wert, [2]) wie Abb. 2 zeigt und wie dies aus den unten mitgeteilten Experimenten hervorgeht.

Das Ergebnis solcher Selektion ist aber nicht immer genau dasselbe, sondern nach den Elternindividuen verschieden. Es gibt Individuen, welche einen größeren Einfluß auf die Vererbung haben wie andere; der Züchter spricht in solchem Falle von größerer Durchschlagskraft oder größerer „Individualpotenz". Aus der Chromosomentheorie erklärt sich dies in folgender Weise. Wenn ein Elterntier in mehreren Chromosomenpaaren homozygot ist, so kommt das betreffende Chromosom aus jedem dieser Paare mit Sicherheit in die Geschlechtszellen hinein. Jede Sexualzelle muß also in der betreffenden Richtung einen Einfluß ausüben. Wenn aber das Elterntier die betreffenden Chromosomen nur heterozygot besitzt, so schwankt die Zahl der betreffenden Chromosomen in den Sexualzellen sehr stark, und folglich ist die Durchschlagskraft des betreffenden Individuums weniger sicher. [3])

Die Züchter haben auf diese Unterschiede der „Individualpotenz" mehr geachtet als die Vererbungstheoretiker, weil die Züchter mit vielen Eigenschaften zu tun haben, die sich nach den Gesetzen der Homomerie vererben, wie Körpergröße, Schnellwüchsigkeit, Milchergiebigkeit u. a. m., während andererseits die Vererbungsforscher der Homomerie wenig Aufmerksamkeit geschenkt haben.

Experimentelle Untersuchungen über die

[1]) Die Vererbungsweise, welche man jetzt als Homomerie bezeichnet, ist von mir schon im Jahre 1906 für den Menschen beschrieben worden (H. E. Ziegler, Die Chromosomentheorie der Vererbung in ihrer Anwendung auf den Menschen. Archiv für Rassenbiologie 3. Jahrg. 1906, S. 797—812).

[2]) L. Plate, Vererbungslehre. Leipzig 1913, S. 155 ff.
Erwin Baur, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2. Aufl. Berlin 1914, S. 170—174.
R. Goldschmidt, Einführung in die Vererbungswissenschaft. 3. Aufl. 1920, S. 233 ff.
V. Haecker, Allgemeine Vererbungslehre. 3. Aufl. 1921, S. 244.
H. E. Ziegler, Die Vererbungslehre in der Biologie und in der Soziologie. Jena 1918, S. 134 ff.

[3]) Vgl. in meiner Vererbungslehre (1918) S. 39—41 und S. 135—137.

[1]) Vgl. in meiner Vererbungslehre (1918) S. 217—232.

[2]) Der mathematische Beweis ist in meiner „Vererbungslehre" gegeben (S. 146—151).

[3]) Wie ich dies in meiner „Vererbungslehre" (S. 140—142) erwähnt und in der Schrift über die „Zuchtwahlversuche an Ratten" (S. 396—399) eingehender dargelegt habe (in der Festschrift zur Feier des 100jährigen Bestehens der K. Landw. Hochschule in Hohenheim, Stuttgart 1918, Verlag von Ulmer.)

Homomerie liegen nicht viele vor. Das bekannteste Beispiel ist das Experiment von Nilsson-Ehle mit der Kreuzung von roten und weißen Weizenkörnern.[1]) In allen Lehrbüchern werden auch die Versuche von Castle über die Ohrlänge der Kaninchen erwähnt. Aber auch die Körpergröße der Kaninchen folgt demselben Gesetz. Ebenso nach aller Wahrscheinlichkeit die Körpergröße aller Säugetiere und auch des Menschen. Dasselbe gilt vermutlich auch für die Größe der inneren Organe und somit auch für das Hirngewicht des Menschen. — Ein bekanntes Beispiel bietet auch die Hautfarbe beim Menschen. Bei der Kreuzung von Negern mit Weißen entstehen die Mulatten, die in der Hautfarbe intermediär sind, und in der folgenden Generation zeigen sich schwankende Färbungen. (Nach Davenport.) — Auch bei den Kreuzungen der Zahnkarpfenarten Xiphophorus strigatus und Platypoikilus maculatus scheint ein Teil der äußeren Eigenschaften sich nach demselben Gesetz zu vererben, nämlich die Querstreifen und der merkwürdige Fortsatz der Schwanzflosse, das sog. Schwert.[1])

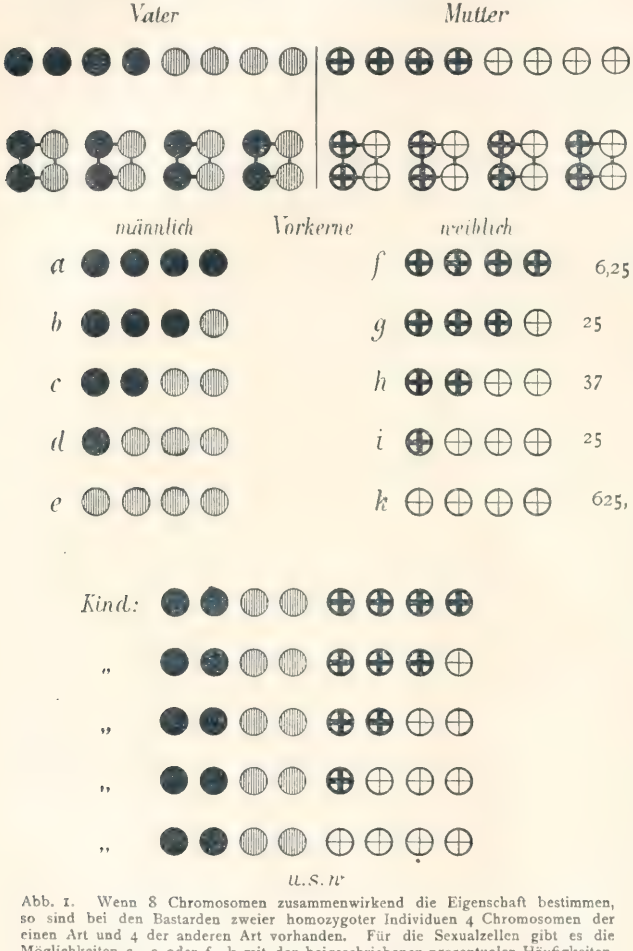


Abb. 1. Wenn 8 Chromosomen zusammenwirkend die Eigenschaft bestimmen, so sind bei den Bastarden zweier homozygoter Individuen 4 Chromosomen der einen Art und 4 der anderen Art vorhanden. Für die Sexualzellen gibt es die Möglichkeiten a—e oder f—k mit den beigeschriebenen prozentualen Häufigkeiten. Bei der Befruchtung kann sich jeder der Fälle a—e mit jedem Fall f—k kombinieren. Aus Ziegler, Vererbungslehre.

Ein neues Beispiel der Vererbung nach den Gesetzen der Homonerie bilden die Holländer-Kaninchen. Diese sollen in der hinteren Hälfte des Körpers schwarz sein und ebenso an den Ohren und an den Seiten des Kopfes; die schwarze Färbung kann aber einen größeren oder einen kleineren Teil des Körpers bedecken, so daß es viele Stufen gibt. Nach Pap beruht die Ausdehnung der Färbung auf mehreren (mindestens vier) Faktorenpaaren, deren Wirkung sich summiert.[2])

Hier will ich nun eingehender nur von der Vererbung der Scheckung sprechen, über welche ich bei Ratten (sog. irischen Ratten) seit neun Jahren Zuchtversuche gemacht habe. Zwar ist die Scheckung insofern ein mendelndes Merkmal, als Scheckung und Ganzfarbigkeit alternative Merkmale sind. Aber die Art und das Maß der Scheckung vererbt sich nicht nach der einfachen Mendelregel, und ich vertrete die Ansicht, daß das Maß der Scheckung nach den Gesetzen der Homomerie zu erklären ist. Auch frühere Autoren haben

[1]) In der ersten Generation ergab sich eine intermediäre Farbe (hellrot), in der zweiten eine Stufenreihe von helleren zu dunkelroten Körnern.

[1]) Wenngleich dies aus der Darstellung von Gerschler nicht klar zu erkennen ist.

M. W. Gerschler, Über alternative Vererbung bei Kreuzung von Cyprinodonten. Zeitschr. f. ind. Abstammungslehre Bd. 12, 1914.

[2]) Endre Pap, Über Vererbung von Farbe und Zeichnung bei den Kaninchen. Zeitschr. für ind. Abstammungs- und Vererbungslehre 1921, Bd. 26, S. 218—256.

schon diese Auffassung gehabt;[1]) selbst Castle hat sich neuerdings dieser Ansicht angeschlossen, während er früher die Hypothese einer Veränderlichkeit der Erbfaktoren zur Erklärung verwendet hat. Im Sinne dieser früheren Ansicht von Castle hat Goldschmidt die von amerikanischen Forschern aufgestellte Theorie der „multiplen Allelomorphe" beigezogen;[2]) es ist das ein nicht gerade geschickt gewählter Ausdruck für die erwähnte Hypothese, daß ein Gen in verschiedener Stärke vorkommen könne. Ich bin aber der Ansicht, daß man hier solcher komplizierter Annahmen nicht bedarf, indem die Homomerie eine einfachere Erklärung gibt.

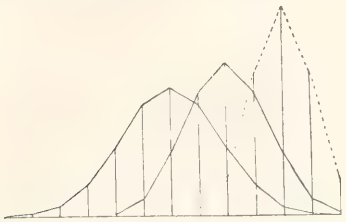


Abb. 2. Die Wirkung der Selektion im Falle der Homomerie. Aus der Menge der Individuen, welche durch die links stehende Binomialkurve angegeben ist, wird der Wert 14 herausgewählt; dann ergibt sich bei der nächsten Generation die nach rechts verschobene Kurve, deren Scheitel über dem Wert 14 liegt. Wählt man den Wert 15 aus, so entsteht die punktierte Linie. Aus Ziegler, Vererbungslehre.

Ich will nun aus meinen Zuchtergebnissen einige Fälle herausgreifen.[3]) Kreuzt man ein Tier mit kleinen Bauchflecken mit einem solchen mit großen Bauchflecken, so erhält man eine sehr unterschiedliche Größe der weißen Flecken; wie Abb. 3 zeigt, schwankt die Färbung von fast ganz schwarzen Tieren zu ziemlich hellen.[4]) Das erklärt sich in folgender Weise: Die Ratte hat mindestens 12 Chromosomenpaare, und wir nehmen hypothetisch an, daß sie alle auf die Größe der Flecken Einfluß haben.[1]) Beide Eltern enthalten eine Anzahl von Chromosomen, welche die weiße Farbe bedingen, das Männchen (mit den kleinen Flecken) nur wenige, das Weibchen (mit dem großen Fleck) erheblich mehr. Beide Elterntiere sind aber keine Homozygoten, folglich bekommen die Sexualzellen bei jedem der beiden Elterntiere eine verschiedene Zahl von solchen Chromosomen, welche das Weiß bedingen.[2]) Die verschiedenen

Abb. 3. Das Ergebnis der Kreuzung einer dunklen Ratte mit einer hellen.
Das Elternpaar und zwei Würfe von je fünf Jungen.

[1]) Die beiden Hagedoorn, welche auch mit solchen Ratten experimentiert haben wie ich, sprechen von dieser Ansicht, schließen sich ihr aber nicht völlig an.
A. L. Hagedoorn und A. C. Hagedoorn, Studies on variation and selection. Zeitschrift für indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre Bd. II, 1914.

[2]) R. Goldschmidt, Die quantitative Grundlage von Vererbung und Artbildung. Berlin 1920, S. 76.

[3]) Ich habe über einen Teil meiner Versuche in meinem Lehrbuch der Vererbungslehre berichtet (S. 151—159) und eingehender in der Festschrift zum hundertjährigen Bestehen der K. Württ. Landwirtschaftl. Hochschule in Hohenheim. Stuttgart, Verlag von Ulmer, 1918, S. 385—399.

[4]) Man sieht an Abb. 3 in der untersten Reihe zwei Tiere, welche am Bauch ganz schwarz sind, also noch dunkler als das väterliche Tier. Aber an den Händen zeigt sich doch noch etwas von dem Weiß, indem auf dem Handrücken weiße Haare stehen, wie dies auch bei den beiden Eltern der Fall war. Ich habe auf den Bildern, welche die Tiere von unten darstellen, das Weiß auf dem Handrücken doch eingezeichnet, obgleich es von unten nicht zu sehen ist. Die hellen Flecken auf dem Bauch und die weißen Handrücken sind durch dieselben Vererbungsanlagen bedingt; ebenso gehören bei Pferden der weiße Stirnfleck, ein seltener vorkommender weißer Bauchfleck und die weiße Fessel zusammen.

[1]) Es ergeben sich dieselben Folgerungen, wenn man annimmt, daß nur 10 oder nur 6 Chromosomenpaare diesen Einfluß ausüben. — Was die Chromosomenzahl der Ratten betrifft, so haben J. E. L. Moore (1894) und E. v. Ebner (1899) als Normalzahl 16 angegeben, M. v. Lenhossek (1898) 24, J. Duesberg (1908) ebenfalls 24, Regaud (1909) 26, van Hoof 32, Moore und Arnold (1906) 32.

[2]) Das ergibt sich aus den Gesetzen der Reduktion. Wenn z. B. bei der väterlichen Ratte 6 Weiß bedingende Chromosomen vorhanden sind und diese in verschiedenen Paaren liegen, so können die Samenzellen 0—6 solche Chromosomen bekommen und sind die Wahrscheinlichkeiten der möglichen Fälle folgende:

Möglichkeiten in den männlichen Sexualzellen kombinieren sich mit den Möglichkeiten in den reifen Eizellen und daraus folgt die Mannigfaltigkeit, welche in der Nachkommenschaft zutage tritt (Abb. 3).

Würde man nun aus der Zahl der Nachkommen helle Tiere zur Nachzucht nehmen, so würde man in der nächsten Generation mehr helle Tiere bekommen. Bringt man aber zwei Tiere zusammen, welche beide nur sehr wenig Weiß haben, so erhält man meistens auch wieder dunkle Tiere, und sie schwanken um die Helligkeitswerte der Eltern (Abb. 4—6). In Abb. 4 ist ein Männchen, das am Bauch ganz schwarz ist und nur auf dem linken Handrücken noch etwas weiß zeigte, gepaart mit einem Weibchen, das am Bauch drei kleine Fleckchen hatte; von den fünf Jungen ist eines ganz schwarz am Bauch und hat nur an dem linken

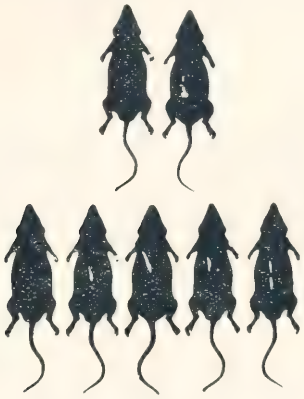


Abb. 4.
Das Elternpaar und fünf Junge.

Handrücken ein wenig weiß, während die vier anderen am Bauch kleine Flecken von schwankender Form haben.[1]) Bei Abb. 5 ist ein Männchen mit ganz kleinem Fleck am Bauch und etwas weiß auf dem linken Handrücken gepaart mit einem Weibchen, das nur auf dem linken Handrücken weiß war und einige weiße Haare links an der Brust zeigte;[2]) unter den fünf Kindern dieses Paares sind zwei ganz schwarz, also

0	1,5	Prozent
1	9,3	,,
2	23	,,
3	32	,,
4	23	,,
5	9,3	,,
6	1,5	,,

[1]) Eines zeigt ebenfalls etwas Weiß auf dem linken Handrücken und zwei (das 3. und 4.) zeigen weiße Flecken am Arm (das 3. rechts, das 4. links).

[2]) Die beiden Tiere hatten rechts silbergrauen Handrücken; die silbergraue Farbe ist dadurch bedingt, daß die einzelnen Haare weniger dunkles Pigment enthalten als die schwarzen Haare.

dunkler als beide Eltern, und drei haben ein wenig weiß, teils am Handrücken (das dritte und das fünfte), teils an der Brust oder dem Bauch.

In entwicklungsmechanischer oder phänogenetischer Hinsicht ist zu bemerken, daß die Stellen, an welchen die weißen Haare auftreten, durch die Vererbung nicht genau bestimmt sind. Es gibt zwar bevorzugte Plätze, an welchen die weiße Farbe

Abb. 5.

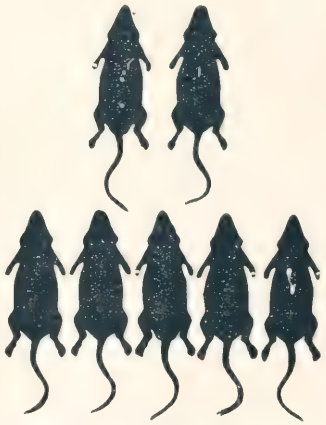


Abb. 6.

auftreten kann, aber es ist nicht vorherzusagen, an welcher Stelle und in welcher Form das Weiß erscheinen wird. So sehen wir in Abb. 4 bei den Kindern die weißen Flecken am Bauch im Vergleich zu der Mutter in anderer Lage und anderer Form. Ein weißer Handrücken war beim Vater auf der linken Seite vorhanden und findet sich bei dem ersten und zweiten Kinde ebenfalls links, bei dem dritten gibt es aber einen größeren

Armfleck rechts und bei dem vierten einen kleinen Armfleck links. In Abb. 5 haben die beiden Eltern weißen Handrücken links, von den Kindern besitzt eines einen weißen Handrücken links, das andere rechts; bei einem der Kinder ist ein Bauchfleck am unteren Teil des Bauches vorhanden, wie er bei keinem der beiden Eltern vorkam, bei dem vierten Kinde der Reihe liegt der Brustfleck rechts, bei dem fünften links. Durch die Vererbung ist also nur soviel gesetzmäßig bestimmt, ob an den bevorzugten Plätzen große oder kleine Flecken oder gar keine erscheinen, d. h. ob im ganzen viel oder wenig Weiß auftritt.

Dies zeigt auch Abb. 6. Die beiden Elterntiere haben nur wenige kleine Bauchflecken, und von den fünf Jungen sind vier am Bauch ganz schwarz, während das fünfte einen Fleck auf der Brust zeigt, der viel größer ist und ganz andere Form hat als die Flecken der Eltern. Die Erklärung ist folgende: die beiden Elterntiere hatten nur wenige von den Chromosomen, welche das Weiße bedingen, und durch das Zufallsspiel der Reduktion sind nur bei einem von den fünf Jungen solche Chromosomen in etwas größerer Zahl zusammengekommen.

Bringt man zwei ganz schwarze Tiere zusammen, so erhält man unter den Kindern teils schwarze, teils solche mit kleinen weißen Flecken verschiedener Art. So stammen auch die Elternpaare der Abb. 4, 5 und 6 von schwarzen Paaren ab.[1]) Es ist also sicher, daß auch diejenigen Tiere, welche ganz schwarz erscheinen, doch noch Anlagen zu weißen Flecken enthalten können; dies ist in dem Sinne zu erklären, daß eine ganz kleine Zahl von Weiß bedingenden Chromosomen in dem Aussehen sich nicht geltend macht, wohl aber zufällig in eine Sexualzelle gelangen kann und dadurch mit ebenso veranlagten Chromosomen der anderen Seite zusammentreffend wieder weiße Flecken hervorbringen kann.

Da man also bei den ganz schwarzen Tieren nicht erkennen kann, ob sie nicht noch einige weiße Chromosomen enthalten, so ist es sehr schwer, vielleicht unmöglich, durch wiederholte Selektion einer Reinzucht schwarzer Tiere zu gelangen. Dies entspricht der bekannten züchterischen Erfahrung, daß man aus Mischlingen niemals wieder die Reinzucht herauszüchten kann, z. B. aus Pferden, die Kreuzungsprodukte des Landschlags mit Vollblutpferden sind, durch Selektion nur Annäherungen an das Vollblut, aber niemals ein solches erreichen kann.

Diese ganze Betrachtung hat insofern eine Beziehung zur Medizin, als manche Krankheitsanlagen ebenfalls nach den Gesetzen der Homomerie sich vererben.[1]) Es ist nicht zutreffend, wenn man bei allen Krankheiten eine Vererbung nach dem Pisum-Schema der Mendelregel erwartet. Die vererblichen Geisteskrankheiten und manche konstitutionelle Krankheiten treten in sehr verschiedenen Graden auf und lassen sich also nicht kurzweg auf ein einziges Faktorenpaar zurückführen. Vielfach verhält sich die Vererbung ganz ähnlich wie in den besprochenen Beispielen der Ratten. Heiratet z. B. ein geisteskranker Mann eine gesunde Frau, so sind weder alle Kinder belastet noch alle frei von Belastung, sondern die Kinder bekommen wie bei Abb. 3 verschiedene Grade der Belastung. Kommen in einer Ehe zwei Menschen zusammen, welche beide nach der gleichen Richtung ein wenig belastet sind, ohne daß dies deutlich hervortritt, so wird ein Teil der Kinder wenig oder gar keine Belastung bekommen, während einzelne der Kinder stärker belastet sein können als beide Eltern (vgl. Abb. 6).

Schließlich will ich noch eine Bemerkung über die Selektion beifügen. In allen Fällen der Homomerie kann durch Zuchtwahl ein Erfolg erreicht werden, aber es ist schließlich nur eine Annäherung an den Endpunkt der Skala der fluktuierenden Variation möglich. Nimmt man die Faktoren oder Gene als unveränderlich an, so ist die Wirkung der Selektion in diesem Sinne begrenzt. Aber in der phylogenetischen Entwicklung kann doch durch Selektion noch eine weitergehende Wirkung ausgeübt werden, weil die Gene im Laufe der phylogenetischen Entwicklung nicht unveränderlich sind. Durch Idiovariation, d. h. durch Veränderung der Gene kann die Variationsbreite sich verschieben, so daß der Endpunkt der fluktuierenden Variation ganz unmerklich nach einer Seite weiterrückt. Demgemäß kann dann auch die Wirkung der Selektion über das ursprüngliche Maß hinausgehen. Demnach können bei solchen Merkmalen, die auf Homomerie beruhen, kleine Abänderungen, die nicht als sprunghafte Mutationen auffallen und nur in der fluktuierenden Variation sich zeigen, durch die Selektion befestigt werden, und so ist eine allmähliche Weiterzüchtung nach einer Richtung möglich, wie dies die Züchter stets beobachtet haben und wie dies auch Darwin sich vorgestellt hat.

[1]) Wobei allerdings jeweils eines der Elterntiere einen silbergrauen Handrücken hatte.

[1]) Vgl. in meiner Vererbungslehre (1918) S. 240 und 260—265.

Moderne Probleme der Elektrobiologie.

(Nach einem in der Wiener Urania gehaltenen Vortrag.)

[Nachdruck verboten.] Von **Ferd. Scheminsky**, Wien.

Die Elektrobiologie ist die Wissenschaft, welche sich mit den elektrischen Vorgängen in den Lebewesen befaßt, welche aber auch die Reaktionsweise der Organismen gegenüber dem elektrischen

Strom studiert. Bei der Frage nach der Reaktionsweise denkt man wohl gleich an das Nervmuskelpräparat des Frosches, oder an die galvanotropen Reaktionen. Indessen handelt es sich in den soeben genannten Fällen um Momentanreize und momentan beobachtbare Wirkungen. Lassen wir hingegen die Elektrizität in irgendeiner Form in einer nicht letalen Intensität dauernd einwirken, so können wir oft ganz andere Erscheinungen studieren.

Die Aufzucht tierischer und pflanzlicher Organismen im elektrischen Feld nennt man gewöhnlich Elektrokultur. Beim Studium der bisherigen Ergebnisse drängt sich aber die Frage auf, ob denn das gewöhnliche Feld der Erde und das der uns umgebenden Lufthülle nicht ebenfalls wirksam sei. Elektrokultur und elektrische Beeinflussung im natürlichen Lebensraum sind die beiden modernsten Probleme der Elektrobiologie, denen sie momentan nachgeht oder doch in allernächster Zeit nachgehen wird, da sich die Ansätze dazu allenthalben zeigen.

Man kann nicht behaupten, daß speziell das Problem der Elektrokultur von heute stammt. Hierher gehörige Versuche gehen bis in das 18. Jahrhundert zurück. Wenn es aber erst heute aktuell wird, so liegt es daran, daß wirklich exakte Experimente erst in der jüngsten Zeit ausgeführt wurden und erst jetzt eine planmäßige Forschung einzusetzen beginnt.

In erster Linie wurden Versuche an Pflanzen gemacht. Diese Untersuchungen hatten infolge ihrer landwirtschaftlichen Bedeutung stets mehr Interesse erweckt. Die Literatur ist ungeheuer groß, doch die tatsächlichen, verläßlichen Befunde sehr gering. Ich werde im folgenden nur auf das Allerwichtigste bezugnehmen.

Wenn wir uns, um die Übersicht zu erleichtern, alle Versuchsanordnungen in drei Gruppen einteilen wollen, so können wir folgendes feststellen:

die eine Gruppe von Forschern leitete den elektrischen Strom dem Boden oder dem Versuchsgefäß direkt zu;

eine andere Gruppe untersuchte die Einwirkung der Luftelektrizität und ahmte die natürlichen Verhältnisse durch Bestrahlung mit hochgespannter Elektrizität nach;

eine dritte endlich induzierte die Ströme mit Hilfe magnetischer oder elektromagnetischer Kraftfelder in den Versuchspflanzen selbst.

Der erste, welcher Pflanzen den elektrischen Einflüssen ausgesetzt hat, war Maimbray, welcher im Jahre 1746 und zwar im Monat Oktober Myrtenstöcke bestrahlte und beobachten konnte, wie diese neue Triebe ansetzten. In der Folgezeit sind dann unzählige Versuche gemacht worden, die Elektrizität in diesem Sinn der Landwirtschaft nutzbar zu machen, aber von den vielen Versuchen sind nur wenige so kritisch angestellt, daß man den erhaltenen Resultaten wirklich trauen kann.

Wir wollen uns zunächst mit den Versuchen der Stromdurchleitung befassen. Man hat da zwei Metallplatten in den Boden gesteckt, diese mit einer Batterie verbunden und die Pflanzen einfach zwischen den Platten wachsen lassen. Manche Autoren haben noch einfachere Anordnungen verwendet: sie haben die beiden in den Boden eingesenkten Platten nicht aus dem gleichen Metall gewählt, sondern zwei verschiedene Substanzen dazu genommen, beispielsweise Kupfer und Zink. Indem sie nun die beiden Platten außen durch einen Draht verbunden haben, entstand zwischen den Platten ein Strom, welcher die Pflanzen in ihrem Wachstum fördern sollte.

Besonders interessant sind die Ergebnisse der Versuche von Löwenherz. Dieser konnte beobachten, daß der Wechselstrom den Pflanzen nicht schadet oder wenigstens nicht so sehr, als ein ebenso starker Gleichstrom. Die günstigen Erntezahlen sind allerdings anders zu werten: beim Stromdurchgang haben sich die Töpfe mit den Versuchspflanzen oft um 20° über ihre Umgebung erwärmt. Daß bei einer solchen Wärmezufuhr die Lebenstätigkeit der Pflanze gesteigert wird, ist ohne weiteres klar, aber das ist ja keine spezifische Wirkung der Elektrizität.

Die Versuche von Löwenherz fanden dann durch Gassner eine Fortsetzung. Dieser zeigte, daß die Wirkung der durch den Boden geleiteten Elektrizitätsmenge, welche durch eine Kupfer- und Zinkplatte geliefert wird, viel zu klein sei, um überhaupt zu wirken. In bezug auf den Wechselstrom erweiterte er die Befunde von Löwenherz dahin, daß ein Strom um so weniger schadet, je öfter er seine Richtung wechselt. Besonders interessant ist die verschiedene Empfindlichkeit von Pflanzen und Tieren: während bei bestimmten Stromstärken bei Wechselstrom alle im Boden vorhandenen Engerlinge getötet werden, bleiben die Pflanzen noch völlig ungeschädigt.

Aber nicht nur die wachsenden Pflanzen will man dem elektrischen Strom aussetzen, sondern man hat auch die Samen, noch bevor sie in den Boden eingesenkt werden, elektrisch beeinflußt. Ein derartiges Verfahren wurde erst in letzter Zeit in Amerika von Wolf und Fry ausgearbeitet und führt heute den Namen Wolfrynprozeß. Die genannten Amerikaner gingen von der etwas merkwürdigen Voraussetzung aus, daß die Heilwässer nicht nur auf den Menschen, sondern auch auf die Pflanzensamen günstig einwirken müßten. Daraufhin angestellte Versuche haben ein gutes Resultat ergeben. Es zeigte sich aber, daß ebenso, wie die Heilwässer, auch radiumhaltiges Wasser wirkte. Nun versuchten sie auch die Wirkung einer kurzdauernden elektrischen Durchströmung, wenn die Samen in einer Lösung verschiedener Salze, hauptsächlich Salpeter, ein-

gelegt wurden. Solche Versuche mit einer elektrischen Samenbeize wurden im Jahre 1919 mit Unterstützung der Gartenbaugesellschaft von Erich Bandl in Eßling bei Wien gemacht. Bei Hafer wurde gegenüber der Kontrollkultur ein Mehrertrag von ca. 80 % beobachtet. Da es sich in diesen Versuchen jedoch nur um eine einmalige Beobachtungsreihe handelt, so wird man bei der Beurteilung des Erfolges ein wenig vorsichtig sein müssen.

Von viel größerem Interesse sind aber die Versuche über die Einwirkung der atmosphärischen Elektrizität. Seit den Versuchen von Maimbray ist ein lebhafter Streit um die Frage entbrannt, ob die Luftelektrizität überhaupt wirksam sei. Die Mehrzahl der Versuche hat ergeben, daß ein Bedecken der Pflanzen mit einem geerdeten Gitterkasten, einem sogenannten Faradayschen Käfig, zu einer Wachstumsverlangsamung, oft direkt zu einer Verkümmerung führt.[1]) Die ersten derartigen Untersuchungen stammen von Grandeau.

Aber die anderen Autoren lieferten in bezug auf die Wirksamkeit der Elektrobestrahlung nur ein sich gegenseitig widersprechendes Material. Derartige Versuche werden gewöhnlich so gemacht, daß man über den Versuchspflanzen ein Drahtnetz ausspannt und in dieses den Strom einer Elektrisiermaschine oder den hochgespannten Strom eines Ruhmkorff, der durch eine Ventilröhre gegangen ist, hineinleitet. Solche Versuche sind auch von Wollny angestellt worden, welcher durchwegs negative Resultate erzielte.

Nach den Arbeiten von Wollny schien das Problem auf einem toten Punkt angelangt. Aber schon nach kurzer Zeit brach eine neue Ära für die Elektrokultur durch die Arbeiten von Lemström an. Dieser wies darauf hin, daß die Reifung der Gerste im nördlichen Norwegen durchschnittlich um elf Tage früher erfolgt als in Norddeutschland. Der Sommertag ist allerdings im Norden länger, doch die dem Boden zugeführte Menge an Licht und Wärme ist trotzdem geringer. Als einziger den zeitlichen Unterschied erklärender Faktor könnte seiner Meinung nach nur die Luftelektrizität in Frage kommen. Er verweist zunächst auf die Tatsache, daß der Norden reich an elektrischen Entladungen, wie Nordlichtern usw., ist, sowie daß die Pflanzen dieser Gegenden reich mit spitzen Anhängseln, Grannen, Stacheln, langen Blattspitzen usw., versehen sind. Indem er die natürlichen Verhältnisse mit einer kleinen Elektrisiermaschine nachahmte bzw. verstärkte, erhielt er tatsächlich bessere Ernteerträgnisse. Die Methode von Lemström wurde dann von Lodge und Newman in England eingeführt und verbessert. Sie ersetzten das Netz durch eine Reihe paralleler Drähte, welche in einem Abstand von 6 m voneinander gezogen waren und sich etwa in Mannshöhe über dem Boden befanden. Die Influenzmaschine wurde durch eine Maschine ersetzt, welche einen hochgespannten Gleichstrom lieferte. Die bei Birmingham ausgeführten Versuche zeigten, daß in den elektrisch bestrahlten Kulturen ein Mehrertrag von 35 % zu verzeichnen war.

In der Folgezeit wurden solche Versuche vielfach in England angestellt und merkwürdigerweise wurde dort immer von günstigen Ergebnissen berichtet. In Deutschland wurde zwar weniger Elektrokultur getrieben, jedoch die Ergebnisse waren so wie früher widersprechend. Die ganze Elektrokultur krankte damals daran, daß man Versuche machte, ohne die zugrunde liegenden physiologischen Tatsachen festgestellt zu haben. Man bestrahlte die Pflanzen elektrisch, ohne zu wissen, in welchen Dosen eine solche Bestrahlung erträglich und förderlich sei, ohne auch nur die verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Arten zu kennen. Die ersten systematischen Versuche, welche einiges Licht in die Sache gebracht haben, sind jüngsten Datums und stammen von Höstermann an der Gärtnerlehranstalt in Berlin-Dahlem. Es wurden eine Reihe von Versuchsbeeten von gleicher Bodenbeschaffenheit, gleicher Bewässerung und gleicher Düngung ausgewählt, und mit Erdbeeren, Radieschen, Rapünzchen und Möhren bepflanzt. Die Beete wurden in vier Reihen eingeteilt: die ersten dienten als Kontrollen, deren Ertrag gleich 100 % gesetzt wurde; die zweite Reihe erhielt Drahtkäfige zur Abschirmung der atmosphärischen Elektrizität; dieses Beet ergab einen geringeren Ertrag, etwa 86 %. Die dritte Gruppe der Parzellen erhielt einen Überbau aus einem Netz von Kupferdrähten, in die ein hochgespannter Gleichstrom gesendet wurde. Starke Ströme verminderten den Ertrag, bis zu 90 %, während schwächere günstig wirkten und etwa 125 % lieferten. Die letzten Beete erhielten einen ganz ähnlichen Überbau, aus Kupferdrähten, der jedoch mit einem Fesselballon verbunden wurde, welcher an einem Stahlkabel befestigt in einer Höhe von 250 m schwebte. Diese Beete zeitigten das günstigste Ergebnis: im Gegensatz zu den Kontrollen lieferten sie 140 %.

Besonders interessant sind aber auch die Nebenergebnisse von Höstermann. So konnte er feststellen, daß Luft und Bodenfeuchtigkeit eine große Rolle spielen. Die Bestrahlung wirkt um so günstiger, je größer die Luftfeuchtigkeit ist, oder je besser der Boden berieselt wird. Jetzt verstehen wir, warum in England günstigere Ergebnisse als in Deutschland erzielt worden sind: das Klima Englands ist seiner Lage im Meere entsprechend ein wesentlich feuchteres, als es in Deutschland der Fall ist. Auch wechselt die Feuchtigkeit natürlich an den verschiedenen Orten Deutschlands sehr: an der Küste liegen weit günstigere Verhältnisse vor als tief im Inneren des Landes. Auch die Tageszeit der Bestrahlung spielt eine Rolle: am besten ist die Zeit am Morgen und am Abend. Dauernde Beeinflussung

[1]) Da durch den geerdeten Käfig die Luftelektrizität von den Pflanzen abgehalten wird und daher nicht wirken kann.

schadet. Auch hier dürfte der Grund wieder in den Verdunstungsverhältnissen gelegen sein.

Schon Gassner hatte beobachtet, daß die solcherart elektrisierten Pflanzen mehr Wasser verdunsten. Ähnliches hat schon vor Gassner Nollet festgestellt. In der erhöhten Verdunstung sieht nun der erstgenannte Autor auch das Wesentliche der elektrischen Bestrahlung: wenn nämlich mehr Wasser verdunstet wird, so muß solches in erhöhter Menge durch die Wurzeln aufgenommen werden. Da aber im Wasser immer Salze gelöst sind, so wird auch eine reichere Salzzufuhr in den Pflanzenkörper stattfinden, und dadurch soll eben der Mehrertrag bedingt sein. Daß bei Durchleiten elektrischer Ströme tatsächlich eine Erhöhung der Assimilationstätigkeit erfolgt, ist durch Versuche von Pollaci, Thouvenin und Koltonski erwiesen. Freilich bleibt noch immer die Frage offen, wie die Mechanik des Vorganges zu denken sei. Diese Frage wird die Pflanzenphysiologie lösen müssen, bevor eine wirklich rationelle Elektrokultur volkswirtschaftliche Bedeutung gewinnt.

Damit wollen wir das Gebiet der künstlichen Stoffwechselsteigerung verlassen, denn es gibt noch eine Reihe von außerordentlich interessanten Tatsachen über die Wirkung der Luftelektrizität. In Altholzbeständen ist die Gipfeldürre der Koniferen ein bekanntes Krankheitsbild. Zender und Tubeuf konnten zeigen, daß solche Krankheitsbilder auch künstlich an eingetopften Koniferen nach Durchleiten hochgespannter Ströme auftreten. Die genannten Autoren schließen daraus, daß auch in der Natur dieses Krankheitsbild in gleicher Weise durch elektrische Entladungen zustande kommt. Solche Entladungen sind ja gar nicht so selten, und sie dürften gerade in der Nähe von Koniferen besonders häufig auftreten, da Ernest und Zacek gefunden haben, daß die Anwesenheit von Koniferenzweigen die Leitfähigkeit der Atmosphäre erhöht. Interessant ist auch die Beobachtung von Molisch, daß die Wirkung von Radiumpräparaten in den einzelnen Monaten eine verschiedene ist; die Hamburger Botanikerin R. Stoppel hat dann gezeigt, daß die Wirkungen, die Molisch in den einzelnen Monaten erhalten hat, den Leitfähigkeiten der Atmosphäre zu den Versuchszeiten parallel gehen.

Die genannte Botanikerin R. Stoppel hat auch die Schlafbewegungen der Bohnenblätter untersucht. Es hat sich nämlich nachweisen lassen, daß die Spreiten der einzelnen Blätter zur Nachtzeit sinken und sich gegen Morgen wieder heben. Diese Erscheinung ist in der Pflanzenphysiologie schon lange unter der Bezeichnung Pflanzenschlaf bekannt. Stoppel hat feststellen können, daß für diese Bewegungen ein äußerer rhythmisch sich ändernder Faktor verantwortlich gemacht werden muß. Als solcher kommt nur die Luftelektrizität in Betracht. Kontrollversuche haben dies bestätigt. Wird z. B. der Topf isoliert aufgestellt oder gar durch Aufstellen eines geerdeten Netzes, eines sog. Faradeyschen Käfigs die Luftelektrizität abgeleitet, so zeigen sich erhebliche Störungen, welche oft zu einem Verschwinden der entsprechenden Zacke führen können.

Die Bewegungen der Bohnenblätter sind durch Schwankungen des osmotischen Druckes in den Zellen des Stengels bedingt. Die Blätter nehmen ihre tiefste Stellung zu einem Zeitpunkt ein, der mit dem Maximum der Leitfähigkeit der Atmosphäre zusammenfällt. Es ist nun jedenfalls interessant, daß auch die Schlafkurven des Menschen zwei Maxima zeigen, welche kurz nach den Extremen der Leitfähigkeitskurve liegen.

Und damit wollen wir uns den Reaktionen der tierischen Organismen gegenüber dauernder Elektrizitätswirkung zuwenden, denn die Versuche über die Wirkung induzierter Elektrizität auf Pflanzen, und wie ich gleich vorausnehmen will, auch auf die Tiere, haben völlig negative Resultate ergeben, wenn man nicht auf einige vereinzelte Beobachtungen eingehen will, welche ebenso gut Fehlbeobachtungen sein könnten.

Eine Reihe der verschiedensten Elektrotherapeuten haben angegeben, daß Galvanisierung von Tieren, entsprechend analogen Beobachtungen am Menschen, zu einer leichten Steigerung des Stoffwechsels führen soll. Auch der bekannte Begründer der experimentellen Entwicklungsmechanik, Geheimrat Roux, hat auf diese Tatsache hingewiesen.

Wenn man verschiedene Eier niederer Tiere in einem elektrischen Feld sich entwickeln läßt, so tritt nach Angabe verschiedener Autoren eine Entwicklungsbeschleunigung ein. Ich selbst habe während des heurigen Winters Forelleneier während ihrer ganzen Entwicklung, d. i. während 53 Tagen, einem sehr schwachen elektrischen Gleichstrom ausgesetzt und ebenfalls bei stärkeren Strömen eine Abkürzung der Zeit, welche innerhalb der Eischale zugebracht wird, beobachten können. Die Beschleunigung des Schlüpfens betrug ca. 4 Tage. Allerdings hat die genaue Untersuchung gezeigt, daß es sich in diesen Fällen nicht etwa um eine Entwicklungsbeschleunigung handelt, daß vielmehr unter dem Einfluß des elektrischen Stromes eine Zerstörung der Eimembran erfolgt, so daß die Larven das Ei früher verlassen können. Ob in den anderen, in der Literatur beschriebenen Fällen auch nur eine solche indirekte Wirkung des Stromes vorliegt, werden erst weitere Untersuchungen entscheiden können. Ich habe aber noch einige andere interessante Beobachtungen machen können: so, daß schon bei etwa 30 Tage alten Embryonen die galvanotrope Reaktion eintritt, und dann, daß die Eier, welche durch zu starke Stöme getötet werden können, im Laufe der Entwicklung immer widerstandsfähiger werden, so daß sie knapp vor dem Ausschlüpfen gerade ein Zehntel ihrer ursprünglichen Empfindlichkeit besitzen.

Von besonderem Interesse ist auch die elektrische Klimawirkung. Nach Hellpach müssen wir da unterscheiden: Wirkung der Elektrizität des Bodens, Wirkung der atmosphärischen Elektrizität.

Zu den Wirkungen der Elektrizität müssen wir wohl auch die Beeinflussung der Wünschelrutengänger durch unterirdische Substanzen rechnen. Es ist noch gar nicht so lange her, daß ein ernster Wissenschaftler von der Wünschelrute sprechen durfte. Um nicht allzu weitschweifig zu werden, will ich nur ganz kurz auf das Problem eingehen. Viele nehmen heute an, daß die Wünschelrutengänger tatsächlich ein besonderes Wahrnehmungsvermögen haben, daß sie nicht, wie man früher glaubte, einfach Schwindler sind, oder aber einer Selbsttäuschung erliegen. Speziell die Versuche, welche Prof. Haschek am II. Physikalischen Institut der Wiener Universität ausgeführt hat, haben wohl auch frühere Gegner zum Schweigen gebracht.

Man versteht bekanntlich unter Wünschelrutengängern Individuen, welche von unterirdischen Substanzen in einer derartigen Weise affiziert werden, daß ein in den Händen gehaltenes Instrument, die sog. Wünschelrute, in Drehung gerät. Die Formen dieser Wünschelrute sind sehr verschieden. Das gleiche gilt für das Material, aus welchem sie gefertigt werden. Aber auch die Haltung des Instrumentes ist bei verschiedenen Individuen verschieden. Wenn nun einzelne Rutengänger angeben, daß sie zum Aufsuchen bestimmter Objekte verschiedene auf diese abgestimmte Wünschelruten haben müssen, so stellt der unparteiische Statistiker dem bloß die Tatsache gegenüber, daß die einen für die gleichen Substanzen gerade die entgegengesetztesten Formen, Haltungen und Materialien verwenden, ja, daß viele auf spezielle Wünschelruten ganz verzichten, und entweder stets mit dem gleichen Instrument arbeiten, oder erst an Ort und Stelle sich eine Rute vom nächtbesten Baume schneiden, daß endlich einige wenige die Rute vollständig entbehren können und sich bei ihren Mutungen lediglich ihren subjektiven Gefühlen überlassen. Aus der Fülle der sich oft widersprechenden Angaben zieht der Statistiker nur den Schluß, daß die Form, das Material und die Haltung der Wünschelrute ganz belanglos ist. Hat auch so mancher Rutengänger seine Lieblingsrute, so leistet doch jeder von ihnen das gleiche mit ihr, sofern er eines besitzt: hinreichende Wünschelrutenfähigkeit.

So ist denn das Wünschelrutenproblem als ein rein physiologisches Problem aufzufassen. Die Drehung der Wünschelrute erfolgt durch den Rutengänger selbst, durch eine entsprechende Tätigkeit seiner Muskulatur, welche nach Art einer Reflexbewegung abläuft. Die Versuche von Haschek haben nun ergeben, daß der Rutengänger auf Änderungen des elektrischen Feldes der Erde reagiert. Dort, wo die Stromlinien verdichtet wurden, dort trat die Reaktion ein; das ist aber nur dort der Fall, wo in einem Gebiete geringerer Leitfähigkeit ein guter Leiter eingeschlossen ist. Mit dieser Beobachtung stimmen auch die Angaben von Ambronn überein, der die Stellen, wo Rutengänger einen Ausschlag erhalten, vom physikalischen Standpunkt aus untersucht hat. Er konnte unter anderem feststellen, daß an solchen Orten die Leitfähigkeit erhöht ist, daß also auch hier elektrische Phänomene im Spiele sind.

Die Wünschelrutenfrage gehört in die Gruppe jener Erscheinungen, welche von dem Psychologen Hellpach als „geopsychische" Erscheinungen beschrieben worden sind. Er versteht darunter die seelischen Wirkungen vom Wetter, Klima und Landschaft. Zu diesen „geopsychischen" Erscheinungen gehört auch die sog. Föhnkrankheit, welche sich in ihrer höchsten Ausbildung zu einer dumpfen Verzweiflung, zu einer qualvollen Bangigkeit, wie vor einem großen Unglück, steigern kann. Föhnkranke verlieren ihre geistige Leistungsfähigkeit, werden unruhig, ihre Glieder erscheinen wie Blei so schwer, der Kopf wird eingepreßt gefühlt, Speisen sind ohne Geruch und Geschmack. Vielfach wirkt auch die Gewitterschwüle in ähnlicher Weise, obwohl zur Gewitterschwüle nicht wie beim Föhn trockene, sondern feuchte Luft gehört. Beiden gemeinsam ist aber die starke Jonisation und aus diesen Gründen glaubt Hellpach hier eine Wirkung atmosphärischer Elektrizität vor sich zu haben. Außer Gewitter und Föhn wirkt noch die Rauchschwüle mit folgenden Schneefällen oder Graupelschauern besonders auf empfindliche Menschen. Es ist nun außerordentlich interessant, daß auch hier wieder als meteorologisches Element die Luftelektrizität besonders in Erscheinung tritt. Es soll aber nicht geleugnet werden, daß nicht etwa noch andere Elemente, speziell der Luftdruck, mit im Spiele sind, doch sprechen z. B. gegen die alleinige Wirksamkeit des Luftdruckes gar zu viele Argumente.

Epileptische Anfälle sollen periodisch mit den Mondphasen ablaufen. Arrhenius hat dies an einer langwierigen mathematischen Ableitung nachgewiesen. Allerdings sind die Ergebnisse Arrhenius' nicht unwidersprochen geblieben — z. B. von Gallus —, doch hat unter anderem Ammann an einem einwandfreieren Krankenmaterial als das von Gallus ebenfalls gezeigt, daß „eine Periodizität der Anfallshäufigkeit" mit dem Mond vorhanden ist.

Es hat sich auch feststellen lassen, daß die Gewitter sich mit zunehmendem Mond häufen, und Arrhenius und Ekholm haben dann gezeigt, daß eine rund 27- und 26tägige Periodik aller luftelektrischen Erscheinungen der Gewitter und Polarlichter insbesondere besteht, und die genannten Autoren haben diese Periode als mondabhängig aufgefaßt. So wären denn die Wirkungen des Mondes auf den Epileptiker und den

Noktambulen nicht als direkte Wirkung zu denken, vielmehr als eine Wirkung der atmosphärischen Elektrizität.

Arrhenius hat auch für periodische Erscheinungen am menschlichen Weibe ein Gebundensein an den Mond angenommen und auch hier an luftelektrische Einflüsse gedacht. Eine viel interessantere Beziehung des Geschlechtslebens zum Mond zeigt aber nicht der Mensch, sondern ein kleiner Wurm der Südsee, der sogenannte „Palolo"wurm, Eunice viridis. Dieser Wurm lebt in den Gängen von Korallenriffen. Die Fortpflanzung erfolgt so, daß bei beiden Geschlechtern die hintersten Segmente ihres Leibes sich zu ganz kurzem selbständigen Dasein ablösen und an die Meeresoberfläche ausschwärmen, ihre Keimzellen entleeren, um nach Vollendung dieser Aufgabe zu sterben. Die abgestoßenen Körperteile werden von den Polynesiern „Palolo" genannt und gern gegessen. Die Eingeborenen hatten nun behauptet, daß die Palolo nur zweimal im Jahre schwärmen und wieder nur in der Nacht vor der Vollendung des letzten Mondviertels im Monat November und Dezember. Eine Nachprüfung dieser Angaben durch verschiedene Forscher hat dies überraschenderweise bestätigt. Es fehlt natürlich nicht an Vor- und Nachzüglern, aber der Hauptschwarm tritt mondpünklich ein. Eunice viridis hat im Atlantik einen Verwandten, Eunice fucata. Bei dieser finden wir die gleichen Fortpflanzungsverhältnisse, nur tritt das Schwärmen Ende Juni oder Anfang Juli ein, auch hier ist eine Abhängigkeit vom letzten Mondviertel zu beobachten, wenn sie vielleicht auch nicht so deutlich ist, wie bei Eunice viridis. Wenn wir nun nach einer Erklärung für das Palolophänomen suchen, so bleibt nach Arrhenius nur wieder die Luftelektrizität übrig. Daß hier eine Eigenperiodik vorliegt, ist natürlich von vornherein klar, aber das mondpünktliche Schwärmen bedarf eines auslösenden Faktors. Mechanische Momente, wie Ebbe und Flut können zur Erklärung nicht herangezogen werden, da die Erscheinung auch in vom Meere abgeschlossenen Behältern beobachtet wird. Auch bedeckter Himmel oder sonstige Verschiedenheiten der Witterung haben auf das Schwärmen keinen Einfluß.

Die physiologische Wirkung der Luftelektrizität ist ein interessantes und auch medizinisch wichtiges Problem, da es nicht ausgeschlossen ist, daß sie auch einen Faktor des Höhenklimas darstellt. Jedenfalls zeigen die bisherigen Versuche wieder einmal in überaus deutlicher Weise die innige Verknüpfung pflanzlichen, tierischen und nicht zuletzt menschlichen Daseins mit den unbelebten Elementen der Natur.

Einzelberichte.

Physiologische Untersuchungen an Flavonolen und Anthozyanen.

Mit der Bedeutung der Anthozyane für den Haushalt der Pflanze beschäftigt sich eine Arbeit von Kurt Noack (Zeitschr. f. Bot. 14, 1922). Daß das Anthozyan innerhalb der Blütenregion im Dienste der Insektenanlockung steht, ist ja ohne weiteres klar. Nun tritt aber das Anthozyan auch sehr häufig in Laubblättern auf, die dann die charakteristische rote bis violette Tönung annehmen. Man hat viel über die Funktion solchen Anthozyangehalts diskutiert und theoretisiert, ohne zu einer durchweg befriedigenden Erklärung zu gelangen. So ist es denn interessant, daß Noack das Problem von einer ganz neuen Seite angreift. Er geht von der Tatsache aus, daß sich die Anthozyane nur durch die Oxydationsstufe von einer anderen chemischen Gruppe, den Flavonolen, abheben, deren reduzierte Phase sie darstellen. Es bestehen hier also ähnliche Beziehungen wie zwischen Chlorophyll b und Chlorophyll a, Xanthophyll und Carotin, Atmungspigment und Atmungschromogen. Von dem System Atmungschromogen-Pigment ist nun durch Wieland nachgewiesen, daß es eine wichtige aktive Rolle in dem Oxydationsprozeß der Atmung spielt, und Noack verficht die Ansicht, daß dem System Flavonol-Anthozyan eine entsprechende Aufgabe in dem Reduktionsprozeß der CO_2-Assimilation zufällt, daß also die Oxydation der Anthozyane zu Flavonolen ein Glied in der Reduktionskette darstellt. Ist das richtig, dann muß gefordert werden, daß in den betreffenden Pflanzenorganen Flavonol und zugehöriges Anthozyan stets gepaart auftreten. Hierfür konnte der Nachweis in verschiedenen Fällen tatsächlich erbracht werden. Man muß nun annehmen, daß in jedem Falle ein verschiebbares Verhältnis zwischen beiden Stoffen vorhanden ist, derart, daß das Gleichgewicht durch die Assimilation mehr und mehr nach der Seite der Flavonole — also Entfärbung — verschoben wird. Damit stimmen die Erfahrungen über das Auftreten von Anthozyanen in Laubblättern aufs schönste überein. So kann man das Erscheinen von Rotfärbung im Frühjahr und im Herbst damit erklären, daß im ersten Fall die Assimilationstätigkeit noch nicht ihre normale Größe erreicht hat, während sie im Herbst mit der Degeneration des Chlorophylls schrittweise erlischt. Manchmal läßt sich sehr deutlich beobachten, daß gerade bei den Blättern, bei denen der Chlorophyllzerfall am weitesten fortgeschritten ist, die Rotfärbung am stärksten ist, während sie in benachbarten Zellen mit noch normalem Chlorophyll fehlt. Außerdem besteht ein sehr auffälliger Parallelismus zwischen all den Eingriffen, die eine Hemmung der Assi-

milationstätigkeit bedingen, und dem Vorhandensein von Anthozyan. Hierher gehört die Narkose, der Entzug von Stickstoff und Phosphor (Störung der normalen Bildung von Chlorophyll) und die Zufuhr von Zucker, durch welche die Assimilation nachweisbar unterdrückt wird. Auch die von Tobler betonte Tatsache, daß rotblättrige Hederaformen am weitesten nach Norden vordringen, ließe sich in diesen Rahmen einfügen. Man braucht nur die Annahme zu machen, daß die Kälteresistenz — wie so oft — durch gesteigerten Zuckergehalt bedingt ist, um auch hier zu einer Gleichgewichtsverschiebung des Systems Anthozyan-Flavonol nach der Anthozyanseite zu gelangen. Neu ist die wiederum zugunsten der vorgetragenen Deutung sprechende Beobachtung, daß Rotfärbung durch CO_2-Entzug hervorgerufen werden kann; dadurch wird ja ebenfalls die Assimilation gehemmt. Es muß weiteren Versuchen überlassen bleiben, festzustellen, ob die Noacksche Hypothese, die zweifellos heuristischen Wert besitzt, weil sie so verschiedenartige Tatsachen unter einem Gesichtspunkt vereinigt, allen Einwänden gegenüber standhält. Vor allem wäre die Art des Eingreifens der Anthozyane in dem Assimilationsprozeß noch näher zu präzisieren.

Stark.

Die Verbreitung der Erdbeben und ihre Bedeutung für Fragen der Tektonik.

Eine wichtige Bereicherung unserer Kenntnisse über die geographische Verbreitung, Häufigkeit und Stärke der Erdbeben und über ihre Beziehungen zum tektonischen Bau bestimmter Erdräume gibt uns A. Sieberg.[1])

Als Grundlage seiner Untersuchung dienten 25000 makroseismisch beobachtete Beben und 636 Großbeben. Sie verfolgt drei verschiedene Aufgaben, deren vereinigte Ergebnisse erst einen tieferen Einblick in die örtlichen Besonderheiten der Erdbebentätigkeit ermöglichen: die vergleichende Darstellung der mittleren Bebenhäufigkeit in den verschiedenen tektonischen Einheiten der Erdrinde — die Lagebestimmung und Festlegung der unterscheidenden Merkmale derjenigen Bebenherde, die sich entweder durch große Stärke oder durch große makro- und mikroseismische Reichweiten auszeichnen — Ermittlung der Zusammenhänge zwischen den statistisch erkannten Bebenverhältnissen und dem tektonischen Bau der Erdrinde.

Als wichtige Leitsätze werden formuliert: Erdbeben geben im allgemeinen den Vollzug echter Bruchdislokationen infolge tektonischer Vorgänge zu erkennen. — Die Größe des Schüttergebietes wächst bei gleicher Bebenstärke im Epizentrum, wenn gleichzeitig die Tiefenlage des unterirdischen Herdes und die dortige Bebenstärke zunehmen. Daraus ergeben sich sechs Charakterklassen von Beben (Welt- und Wiederkehrbeben, Groß-, Mittel-, Kleinbeben in zwei Gruppen, und Lokalbeben). — Die lebensprudelnden Dislokationen sind an solche Erdräume geknüpft, in denen orogenetische und epirogenetische Bewegungen auch heute besonders energisch am Werke sind; in ihnen werden die häufigsten, heftigsten und weitest reichenden Beben auftreten. — Dislokationen sind seismisch um so träger, je früher die Gebirgsbildung in ihrem Bereiche zur Ruhe gekommen ist.

Im „seismisch-tektonischen Antlitz der Erde" werden Kontinente und Ozeane nach ihrer Seismizität besprochen. Tabellen geben für ihre tektonischen Elemente die mittlere Jahreshäufigkeit der gefühlten und der seismisch registrierten schweren Beben, für letztere auch die Zahl der Epizentren, die makro- und mikroseismischen Reichweiten. Hier ist eine erstaunliche Fülle von Material übersichtlich verarbeitet und für tektonische Betrachtungen in vorbildlicher Weise nutzbar gemacht.

Aus den „allgemeinen Ergebnissen" sei erwähnt:

Alljährlich ist bei den heutigen Beobachtungsmitteln mit dem Nachweise von mindestens 8 bis 10000 Beben zu rechnen. Jede Stunde wird die Erde von einem Beben erschüttert. Alle 52 Tage verspürt sie ein Weltbeben des Festlandes, alle 28 Tage eins des Meeresgrundes.

Die seismisch regsamsten Teile der Erde sind die Randsenken des Pazifischen Ozeans (Tonga-, Kermadec-, Aleutengraben als Ursprung der meisten und gewaltigsten Welt- und Großbeben). An zweiter Stelle steht Asien, dann Südamerika mit den Hochgebirgen des Westens und Nordens. Von einheitlicher Größenordnung etwa sind Mittelamerika mit Westindien, Nordamerika (dabei ist die Westhälfte Südmexikos und Mittelamerikas die am reichsten mit festländischen Weltbeben ausgestattete Gegend der Erde) und der Indische Ozean. In merklichem Abstande erst folgt der Atlantische Ozean, in gleichem Abstande wieder Europa, dann Afrika, während die größte seismische Ruhe in Australien herrscht. Die bebenreichsten Landgebiete überhaupt sind: die nord- und mittelchilenische Kordillere mit über 1000 Beben im Jahre, die japanischen Inseln mit 430 und die ostafrikanischen Gräben mit 300.

Die einzelnen tektonischen Grundelemente zeigen sehr verschiedenes seismisches Verhalten: das bebenärmste tektonische Element (0,4 %) ist die Gesamtheit der paläozoischen Rumpfgebirge. Es folgen die alten Massen und Tafeln. Die großen festländischen Einbruchsgebiete kommen an dritter Stelle. Es schließen sich die tertiär gefalteten Hochgebirge an. Diese vier Grundelemente sind durch so geringe Bebentätigkeit charakterisiert, daß sie zusammengenommen nur 8 % aller im Jahre gefühlten Beben liefern. Eine große Kluft trennt

[1]) Veröffentlichungen der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena. Heft 1. Jena 1922, G. Fischer.

sie von den übrigen drei tektonischen Grundelementen, in denen Brüche vorherrschen. Hierher gehören die Bruchschollenländer, die in junger Zeit durch Brüche zerstückelten Faltengebirge und vor allem die den Tiefseerinnen benachbarten Landgebiete. Hier entstehen die meisten Welt- und Großbeben. Hieraus ergibt sich: Faltung ist für die Auslösung von Beben von ganz untergeordneter Bedeutung, Bruch und Verwerfung beherrschen das Feld.

Die Tiefseegräben sind in der Mehrzahl nach ihrem seismischen Verhalten gewaltige Verwerfungen, zum Teil die gewaltigsten der Erde überhaupt.

Die Becken der Weltmeere haben nicht, wie A. Wegener annimmt, einen ähnlichen, sondern einen grundverschiedenen Bau, der ihre Entstehung widerspiegelt. Die Absenkung des Bodens des Atlantischen Ozeans geschah in der Hauptsache bruchlos an Flexuren. Die Atlantische Schwelle in ihm ist ein werdendes großes Faltengebirge. Der recht gleichförmige Boden der innerpazifischen Tiefseeflur bildet im allgemeinen eine einheitliche starre Tafel, die als Ganzes im Sinken begriffen ist.

Alles in allem darf angenommen werden, es sei der Zusammenbruch der Erdrinde, der sich in den Erdbeben zu erkennen gibt. —

Eine sehr schöne seismisch-tektonische Weltkarte begleitet die ausgezeichnete Arbeit, deren Folgerungen man sich vom geologischen Standpunkt aus nur anschließen kann.

Krenkel.

Die Chromosomen der Obstfliege (Drosophila).

Bridges[1]) geht von der Vorstellung aus, daß ein Gen eine chemische Einheit ist, welche in einem bestimmten Chromosom liegt. Das Gen erzeugt in dem Organismus charakteristische chemische Vorgänge und beeinflußt infolgedessen die Entwicklungsvorgänge. Eine Eigenschaft kann durch manche Gene stärker oder auffälliger gemacht werden, durch andere schwächer.

Die Beobachtungen von Bridges beziehen sich auf die Obstfliege (Drosophila), welche ja T. H. Morgan und seinen Schülern schon zu vielen Experimenten gedient hat. Dieses Insekt hat vier Paare von Chromosomen, wobei eines eines davon das Geschlechtschromosomenpaar ist; unter den übrigen Paaren (den „Autosomen") befindet sich eines mit kleinen kugeligen Chromosomen (Abb. 1). Es gelang Bridges Individuen zu finden, welchen eines von diesen kleinen Chromosomen fehlte ,und die Folgen zeigten sich in geringerer Größe, kürzeren Flügeln, kleineren Fühlerborsten, blasserer Körperfarbe, dunklerem Fleck auf dem Thorax (darker trident pattern), und späterem Ausschlüpfen. Man erkennt daraus, daß das kleine Chromosom in bezug auf den Fleck einen hemmenden, hinsichtlich der anderen genannten Eigenschaften einen fördernden Einfluß besitzt. Auch bei anderen Eigenschaften, die auf anderen Chromosomen beruhen, kommen die kleinen Chromosomen mitwirkend in Betracht; fehlt eines der kleinen Chromosomen, so zeigt sich z. B. die haarlose Mutation, welche auf einem anderen Autosomenpaar beruht, in verstärkter

Abb. 1. Chromosomen von Drosophila.
Nach Morgan aus Goldschmidt, Mechanismus der Geschlechtsbestimmung. Berlin 1920.

Weise. — Wenn eines der kleinen Chromosomen fehlt, hat das andere kleine Chromosom keinen Paarling; infolgedessen kommt es bei den Reifungsteilungen nur in die Hälfte der Sexualzellen; kreuzt man also ein solches Tier mit normalen Tieren, so entstehen zur Hälfte ebensolche Tiere, zur Hälfte normale.

Fehlt eines von den großen Autosomen, so ist die Störung so schwer, daß die Tiere nicht am Leben bleiben.

Bei Drosophila ist eines von den 4 Paaren das Geschlechtschromosomenpaar (Abb. 1), und dieses besteht im männlichen Geschlecht aus zwei ungleichen Chromosomen (x und y), im weiblichen Geschlecht aus zwei gleichartigen (2 x). Die Entfernung eines Geschlechtschromosoms wirkt ähnlich wie die Entfernung eines der beiden kleinen Chromosomen. Das y Chromosom scheint allerdings nur einen unbedeutenden Einfluß zu haben. Ein Individuum ohne y-Chromosom wird männlich,[1]) aber kleiner als ein normales Männchen, hat kleinere Fühlerborsten, ist weniger lebenskräftig und schlüpft später aus.

Bridges hat Individuen gefunden, welche triploid sind, d. h. welche dreimal die halbe Chromosomenzahl enthalten, also 12 Chromosomen. Diese Tiere sind Weibchen, aber ein wenig größer als normale Weibchen. Unter ihren Nachkommen gibt es intersexuelle Tiere, welche weder männlich noch weiblich sind; diese besitzen die Autosomen triploid und haben zwei x-Chromosomen und müßten demnach Weibchen sein, werden aber durch die Autosomen nach der männlichen

[1]) Bridges, Dr. Calvin B., The origin of variations in sexual and sex-limited characters. American Naturalist vol. 56, 1922, p. 51—63. 7 Fig.

[1]) Das erinnert an den bei vielen Tieren vorkommenden Protenor-Typus, bei welchem im weiblichen Geschlecht zwei Geschlechtschromosomen, im männlichen nur eines vorhanden sind.

Richtung hin beeinflußt, was beweist, daß die Autosomen neben den Geschlechtschromosomen auch eine Einwirkung auf die Geschlechtscharaktere haben und einen Einfluß nach der männlichen Seite hin ausüben. — Die geschlechtlichen Zwischenformen (Intersexes) sind teils mehr männlich, teils mehr weiblich.

Es kann vorkommen, daß man Tiere erhält mit der diploiden Zahl von Autosomen, aber mit 3 x-Chromosomen; da die letzteren eine weibliche Tendenz haben, entsteht ein „Überweibchen" (Superfemale); es besitzt aber abnorme Ovarien und ist unfruchtbar. Andererseits gibt es Tiere mit einem einzigen x-Chromosom und einer triploiden Zahl von Autosomen; da nun dem weiblichen Einfluß des x-Chromosoms der männliche Einfluß der drei Sortimente von Autosomen gegenübersteht, gibt es „Übermännchen" (Supermales), die aber auch unfruchtbar sind.

H. E. Ziegler (Stuttgart).

Bücherbesprechungen.

Pfaff, Dr. A., Für und gegen das Einsteinsche Prinzip. 44 S. Diessen vor München 1921, Jos. C. Huber.

Wittig, Hans, Die Geltung der Relativitätstheorie. Eine Untersuchung ihrer naturwissenschaftlichen Bedeutung. 67 S. Berlin W 1921, Hermann Sack.

Richter, Dr. Hans, Prof. a. d. Univ. Bern, Die Entwicklung der Begriffe Kraft, Stoff, Raum, Zeit durch die Philosophie mit Lösung des Einsteinschen Problems. 30 S. Leipzig 1921, Otto Hillmann.

Strasser, Dr. H., o. Prof. d. Anatomie in Bern, Die Grundlagen der Einsteinschen Relativitätstheorie. Eine kritische Untersuchung. 110 S. Bern 1922, Paul Haupt.

Die Denkempörung gegen Einstein kommt in einer noch immer wachsenden Hochflut von Streitschriften, die sich gegen die Relativitätstheorie richten, und zu denen auch diese vier Arbeiten gehören, zum Ausdruck. Die Schrift von Pfaff stellt eine eingehende Diskussion des Michelsonschen Versuchs vom Standpunkte eines Kritikers dar, der nicht Berufsmathematiker ist, und kommt zu dem an sich jedenfalls richtigen Schluß, daß die Relativitätstheorie in den Versuchen von Michelson und Morley oder Fizeau keinerlei physikalische Stütze findet. Die Arbeit von Wittig stellt eine sehr gründliche Diskussion sowohl der physikalischen wie der philosophischen Grundlagen der Einsteinschen Theorie dar. Indem einzelne Gebilde der Relativitätstheorie, z. B. die Uhrentheorie oder die mit Lichtgeschwindigkeit bewegt gedachte Materie oder die „Verjüngung" rückläufig bewegter Lebewesen zu Ende gedacht werden, gelangt der Verf. auf Widersprüche, die sich mit Hilfe der Relativitätstheorie nicht lösen lassen. Die angeblichen Widersprüche in der alten Äthertheorie, die zur Zeitrelativierung und Lorentzkontraktion führten, werden als nicht vorhanden nachgewiesen. Der Verf. kommt zu dem Schluß, daß für die Physik kein Anlaß besteht, von der Annahme eines „Äthers" abzusehen. Würde die Naturwissenschaft auf Grund rein formaler Entwicklungen den Äther gänzlich annullieren, so müßte sie aus materialen Gründen doch wieder zu einer anderen Hilfshypothese greifen, um die Nahewirkung überhaupt erklären zu können, die sie an die Stelle der Newtonschen Fernwirkungen eingeführt hat. — Die kleine Schrift von Richter ist ganz anderer Art und macht den interessanten Versuch, vom Standpunkt des Biologen eine Stellung zur Einsteinlehre oder richtiger zu den erkenntnistheoretischen Prinzipien der Mathematik und Physik zu gewinnen. Das Gemeinsame zwischen Zeit und Raum, mathematisch ausgedrückt „der Quotient" des Verhältnisses Raum zu Zeit, erblickt er in dem biologischen Prozeß der „Aufteilung", von ihm als „Merie" bezeichnet. Die Schrift ist nur vorläufig orientierend und man wird bei der Fülle von anregenden Gedanken, die sie enthält, auf die in Aussicht gestellte Fortführung in einer breiter angelegten Abhandlung gespannt sein dürfen. Strasser kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu einer sehr entschiedenen Ablehnung der sog. Relativitätstheorie. Er glaubt nachgewiesen zu haben, „daß Lorentz und Einstein ihre ‚Transformationsformeln' in rechnerisch unstatthafter Weise abgeleitet haben. Es handelt sich dabei um prinzipielle Verstöße gegen die Logik der Deduktion, meist von der Art, daß den gewonnenen Symbolen neue, mit den Prämissen unvereinbare Bedeutungen zuerkannt werden." „Die Einsteinsche Lehre von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit ist unhaltbar. Diese Lehre ist durch keine Tatsache bewiesen und wird zu Unrecht aus dem Versuch von Michelson und Morley gefolgert. Dieser Versuch beweist nur die Konstanz der Geschwindigkeit des Lichtes, das von einem auf der Erde ruhenden Punkt ausgeht, der Erde gegenüber. — Es führt auch die Lehre von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit zu ganz absurden Schlußfolgerungen." — „Die Lehre Einsteins von der Varianz und Variabilität der Zeit wird zu einem unentwirrbaren Chaos." — „Das Uhrenbeispiel ist eine naive und ganz unhaltbare Fiktion." Auch die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie werden einer Kritik unterzogen; insbesondere die Lehre von den Zentrifugalkräften muß nach Ansicht des Verf. Bedenken erregen. Fricke.

Hertwig, O., Das Werden der Organismen. Zur Widerlegung von Darwins Zufallstheorie durch das Gesetz in der Entwicklung. 3. Aufl. XX u. 686 S. mit 115 Abb. im Text. Jena 1922, G. Fischer. Geh. 200 M., geb. 240 M.

Selten hat ein Werk der biologischen Wissenschaften einen solchen Siegeslauf zu verzeichnen gehabt, wie Hertwigs Werden der Organismen. Innerhalb der kurzen Spanne von vier Jahren ist jetzt bereits die dritte Auflage nötig geworden, ein Beweis dafür, welche begeisterte Aufnahme das Werk gefunden hat.

Und berechtigt ist diese Begeisterung zweifellos, weil hier ein Werk vorliegt, das aus der Feder eines der führenden Männer der nachdarwinianischen Zeit stammend, in leichtverständlicher Form einen Überblick gibt über die Errungenschaften, welche die Entwicklungslehre in den letzten 50 Jahren aufzuweisen hatte. Vieles von dem, was namentlich die erste Auflage vermissen ließ, ist jetzt eingeflochten worden, so daß eine weitgehende Abrundung des Gesamtbildes erreicht ist.

Die klare Entwicklung der Gedanken, die ruhige Form der Darstellung, die kritische Wertung der Tatsachen müssen auch auf den Laien fesselnd wirken. Sie sind es, welche dem Werk seine Verbreitung in und außerhalb des Kreises der Fachgenossen gesichert haben.

Die weite Verbreitung des Hertwigschen Werkes zwingt nun auch dazu, ein besonderes Maß daran zu legen. Der Biologe wird gern aus der Fülle des Gebotenen schöpfen und wird hier und da vielleicht eine andere Folgerung daraus ziehen. Der Laie wird, durch die überlegene Form gefesselt, auch die Resultate des Werkes als einwandfrei und bindend ansehen.

Darin liegt zweifellos eine gewisse Gefahr, die von vielen Seiten auch klar erkannt worden ist.

So kommt es, daß das „Werden der Organismen" nicht nur begeisterte Zustimmung, sondern auch heftigste Ablehnung gefunden hat.

Daß der Nebentitel von der Widerlegung von Darwins Zufallstheorie für den gebildeten Laien besonders deshalb zugkräftig ist, weil er dahinter eine Widerlegung des Deszendenzgedankens vermutet, ist selbstverständlich; der Leser wird sich in dieser Erwartung ebenso selbstverständlich getäuscht finden, denn Hertwig vertritt den Entwicklungsgedanken überall.

Das, was Hertwig vielmehr anstrebt, ist eine Bekämpfung der speziell als Darwinismus zu bezeichnenden Theorie der Selektion. Seine Deduktionen, welche zu diesem Ziele führen sollen, sind klar und einleuchtend. Sein Resultat, die Ablehnung des Darwinismus, ist aber trotzdem nicht bindend, weil seine Voraussetzungen falsch sind.

Darwin dürfte der erste Vertreter deszendenztheoretischer Vorstellungen gewesen sein, welcher für die Artentwicklung zwei antagonistische Prinzipien verantwortlich machte, nämlich ein formenschöpfendes und ein formenvernichtendes Prinzip. Das formenschöpfende war für ihn die Variation, das formenvernichtende die Naturselektion. Die Variation schafft dauernd neue Erscheinungsformen von Organismen, die Selektion vernichtet davon alle diejenigen, welche im Kampf ums Dasein sich weniger bewähren.

Von den beiden Grundprinzipien war Darwin das formenschöpfende vorerst gleichgültig. Rein deskriptiv stellte er das Vorhandensein einer Variation fest, und, indem er sich mit dem Gegebenen abfand, fragte er danach, wie daraus ein Fortschritt resultieren könne. Die Naturselektion gab ihm darauf eine restlos befriedigende Antwort, denn wenn sie alles Minderwertige ausschied, mußte äußerlich („phänotypisch" würde man vielleicht prägnanter sagen können) ein Fortschritt zu beobachten sein.

Heutzutage steht nicht mehr das negative formenvernichtende Prinzip im Brennpunkt des Interesses, sondern das positive, formenschöpfende. Man fragt danach, woher die neuen Formen kommen, wodurch die Variation bedingt wird. Es herrscht jetzt also eine kausalanalytische Tendenz in der Bearbeitung der Entwicklungslehre vor.

Darwin machte den „Zufall" für das Auftreten neuer Formen verantwortlich. Zufall aber ist eine Erfindung des Menschen, welche das bezeichnet, dessen Gesetzmäßigkeiten man noch nicht kennt. Darwins Ansicht von der Zufälligkeit der Variation ist also nichts weiter, als ein vorläufiger Verzicht auf eine genauere Analyse. Die neuere Biologie, und mit ihr Hertwig, begnügt sich nicht mit diesem Provisorium, sondern setzt dafür allerlei Ursachen ein. Allerdings hat Darwin schon die Verschiedenheit der Varianten erkannt und Verschiedenheiten ihrer Entstehung vermutet, ohne dem aber weiter nachzugehen. Heute ist gerade dies die herrschende Problemstellung.

Hertwig tut also Darwin bitter unrecht, wenn er behauptet, ihn widerlegt zu haben.[1]) Nicht um die Widerlegung eines Irrtums, sondern um den Ausbau eines Provisoriums handelt es sich, wenn Hertwig die Zufälligkeit der Variation bekämpft. Das Entscheidende an Darwins Gedanken wird dadurch gar nicht berührt.

An der Bedeutung der Naturselektion als eines formenvernichtenden Prinzips wird niemand zweifeln können; Darwin ist damit heute noch ebenso „modern", wie bei der Aufstellung seiner Theorie. Die Analyse der Variation als des formenschöpfenden Prinzips ist aber in der Tat seit Darwin schon erheblich gefördert worden; darüber gibt Hertwigs Buch trefflichen Aufschluß.

Wenn also Hertwigs „Werden der Organismen" als eine Übersicht über reiches Tatsachen-

[1]) Es ist schwer verständlich, wie in der neuen Auflage eine Stellungnahme zu den leider in der Form reichlich schroffen, aber sachlich sehr beachtenswerten Bemerkungen Studys zu Hertwigs „Werden der Organismen" fehlen konnte!

material überaus wertvoll ist und daher nicht warm genug empfohlen werden kann, so legt die Achtung vor Darwin doch den Wunsch nahe, es möge der irreführende Zusatztitel des Werkes bei künftigen Auflagen verschwinden, und ebenso alles, was diesen Zusatztitel zu unterstützen scheint, einer Revision unterzogen werden. Möchten doch recht viele Leser durch Hertwigs Werk veranlaßt werden, auch einmal Darwins Entstehung der Arten zu lesen, um Darwins eigene Meinung kennen zu lernen!

H. Prell.

Schaffer, J., Lehrbuch der Histologie und Histogenese, nebst Bemerkungen über Histotechnik und das Mikroskop. II. verb. Aufl., VIII u. 536 S., mit 600 z. Teil farb. Abb. i. Text u. auf 14 Taf. Leipzig 1922, W. Engelmann. Preis geh. 245.— M., in echt Leinen geb. 290.— M., zuzüglich 100 % Verlegerzuschlag.

Die „Vorlesungen über Histologie" des Verf. haben im vorliegenden Werke unter geändertem Titel eine Neuauflage erfahren. Sachlich ist es damit insofern anders gestellt, als man an ein Lehrbuch andere Anforderungen stellen wird, als an zwanglosere Vorlesungen über ein Gebiet. Und in diesem Charakter weicht Schaffers Histologie recht erheblich von den anderen Lehrbüchern über das Gebiet ab. Ein Überblick über den Inhalt zeigt das sofort.

Eine historische Einleitung bietet in gedrängter Form einen guten Überblick über die wichtigsten Daten aus der Geschichte der Histologie und über den Wechsel der Probleme und Methoden.

Der erste Hauptteil (S. 8—37) widmet sich einer Besprechung des Mikroskopes und seiner Hilfsapparate. Hier hätte vielleicht die praktisch kaum mehr gebräuchliche Parallelogrammführung zugunsten eines kurzen Hinweises auf die Mechanik der Feineinstellungen an den Leitzschen und den neuesten Zeissschen Instrumenten gekürzt werden können. Von den Zeichenapparaten ist der Oberhäusersche kaum noch gebräuchlich, jedenfalls weniger verbreitet, als die „Zeichenokulare" verschiedener Firmen. Eine stärkere Benutzung des didaktisch geschickten Büchleins von Leitz würde diesen Abschnitt erheblich verbessern können. Auch würde es Ref. richtig erscheinen, hier die Bemerkungen über Untersuchung im polarisierten Lichte anzuschließen, um alles Technische zusammenzuhalten.

Der zweite Hauptteil führt dann in die eigentliche Materie ein und behandelt „die Lehre von den einfachen Geweben", also die allgemeine Histologie (S. 38—278). Die starke Betonung, welche der allgemeine Teil findet, bildet mit den charakteristischsten Zug von Schaffers Histologie. Ob das für ein Lehrbuch in der Hand des jüngeren Studenten zweckmäßig ist, mag dahingestellt bleiben. Für den Fortgeschrittenen ist es zweifellos recht wertvoll, auch genauere Hinweise zu finden, insbesondere da auch von denen des Verf. abweichende Ansichten Berücksichtigung finden.

Der dritte Hauptteil schließlich führt in „die spezielle Gewebelehre oder Histologie der Organe" (S. 279—516) ein, also in das Gebiet der mikroskopischen Anatomie. Hier überrascht die streng histologische Auffassung des Gebietes, bei welcher weitgehend von dem Gesamtbau der behandelten Organe abgesehen wird. Nur wenige Schemata versuchen, nicht stets glücklich, auch die Einheit der Organe zu erläutern. Manche Kürzen in der Behandlung dürften auf diese Zuspitzung zur rein histologischen Betrachtungsweise zurückzuführen sein.

Ein doppelter Index, nach Tiernamen und nach der Materie, erleichtert die Auffindung bestimmter Gegenstände. Ein kurzes Literaturverzeichnis orientiert über die wichtigsten Lehrbücher, deren Gebiete berücksichtigt werden.

Was die Gruppierung des gesamten Stoffes anlangt, so wäre es vielleicht richtiger gewesen, den Abschnitt über das Mikroskop als den anderen Hauptteilen des Werkes nicht gleichgeordnet in die Einleitung zu übernehmen.

Eine Erweiterung der Einleitung durch einen geschlossenen Überblick über die histologische Technik würde sicher einen Gewinn bedeuten. Allerdings wäre dabei nicht an die Wiedergabe spezieller Handgriffe und Rezepte zu denken, wie sie ja in zahlreichen sowieso unentbehrlichen Hilfsbüchern zu finden sind. Wertvoll ist aber gerade für den Anfänger, etwas über Zweck und Ziel der verschiedenen Methoden, sowie über Charakter und Wirkungsweise ganzer Farbstoffgruppen usw. zu erfahren. Das pflegte in den Hilfsbüchern hinter den praktischen Anweisungen verloren zu gehen.

Daß eine besondere Behandlung der Zelle als des elementaren Bausteines eines jeden Gewebes fehlt, wird vielen Benützern des Schafferschen Buches recht unangenehm auffallen. Der Hinweis auf die spezielle Behandlung der Zelle von Böhmig, welche als Ergänzung herangezogen werden soll, befriedigt (insbesondere im Zeitalter der hohen Bücherpreise) nur wenig. Vielleicht entschließt sich Verf. doch, in einer Neuauflage trotz aller seiner Bedenken möglichst vor der allgemeinen Histologie einen Grundriß der Cytologie zu geben.

Während die Differenzierung der Zelle ja in vieler Hinsicht schon von selbst im zweiten Hauptteile behandelt wird, wäre hier dann vielleicht auf den primären Bau der Zelle, auf ihre Vermehrungserscheinungen und auf die Vorgänge bei der Gameten- und Zygotenbildung einzugehen. (Die Behandlung der synaptischen Phänomene usw. S. 437 ist wirklich zu knapp!)

Die Ausstattung der Schafferschen Histologie ist buchtechnisch als mustergültig zu bezeichnen und entspricht vollkommen der Qualität,

wie sie in besseren Zeiten üblich war. Sachlich wäre es vielleicht kein Fehler gewesen, wenn weniger Wert auf die Originalität der Abbildungen gelegt wäre. Es ist vielmehr zweckmäßiger, aus anderen Werken und Spezialarbeiten besonders geglückte Abbildungen zu übernehmen, statt überall eigene Bilder vorzulegen. Hervorgehoben sei als Beispiel nur ein Vergleich der Bilder von den Zentren in Leukozyten mit Heidenhains Abbildungen!

Eine stärkere Betonung des anatomischen Gesamtaufbaues der Organe läßt sich vielleicht trotz der Tendenz des Werkes rechtfertigen und durchführen.

Im ganzen darf man Schaffers Histologie als ein wertvolles Glied der histologischen Literatur ansehen, dessen Anschaffung trotz des verhältnismäßig hohen Preises denen, welche sich eingehender mit Histologie befassen wollen, nur empfohlen werden kann. Prell, Tübingen.

Karsten, Georg, Methoden der Pflanzengeographie. (Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 1, Heft 3), S. 309 bis 324. Berlin und Wien 1922, Urban und Schwarzenberg.

Rübel, Eduard, Geobotanische Untersuchungsmethoden. Berlin 1922, Gebr. Borntraeger.

Die Pflanzengeographie zählt nicht zu den jungen Wissenschaften, ist aber auch heute noch in sich wenig geschlossen. Darin liegt wohl mit ein Grund dafür, daß wir eine Zusammenfassung ihrer Methoden noch nicht besitzen. In Amerika kamen 1905 Clements' Research methods in ecology heraus, ein Buch, das nur die Pflanzensoziologie, diese allerdings eingehend, berücksichtigt, aber zu sehr auf amerikanische Verhältnisse zugeschnitten ist. Karstens kaum 16 Seiten lange Arbeit kann die Lücke in keiner Weise ausfüllen. Obwohl sie in einem „Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden" erschienen ist, bietet sie von Methodenbeschreibung doch nichts; denn wenn der Verf. auch von floristischer, ökologischer, genetischer Methode spricht, so handelt es sich dabei immer um Darstellung „materieller Gesichtspunkte" (Tschulok) der Forschung. Man könnte die Arbeit am treffendsten als eine vortreffliche knappe Zusammenfassung dessen bezeichnen, was über Pflanzengeographie in jedem Lehrbuch der Botanik stehen sollte. Leider berücksichtigen die Lehrbücher diese Disziplin immer noch ungenügend oder gar nicht.

Zu gleicher Zeit ist aber in Rübels „Geobotanischen Untersuchungsmethoden" ein Ersatz erschienen. Für jeden, der pflanzengeographisch arbeiten oder als Lehrer pflanzengeographische Arbeiten anregen und fördern will, ist das Buch unentbehrlich. Es ist selbst entstanden als ein Zusammenklang von praktischer Erfahrung und Lehre. Bei der Abgrenzung des Gebietes gegen Meteorologie, Physik, Physiologie, Bodenkunde, Mineralogie, die Verf. selbst als sehr schwierig bezeichnet, hat er wohl den richtigen Maßstab verwendet. Die bedauerliche Vernachlässigung der floristischen Pflanzengeographie — die doch auch zur „Geobotanik" gehört und doch auch ihre Methoden hat — ist wohl auf die besondere soziologische und ökologische Arbeitsrichtung der schweizerischen Pflanzengeographen zurückzuführen. Für floristische Feldaufnahmen bieten übrigens Ernst Kehlhofers „Ratschläge für Anfänger in pflanzengeographischen Arbeiten" (Zürich, Roscher & Co., 1917) gute Fingerzeige. Rübel gibt in der Einleitung seines Buches eine Übersicht über die pflanzengeographischen Probleme und Forschungsziele, erörtert dann die Standortsfaktoren und ihre Messung und die dazu dienenden Instrumente, im zweiten Hauptabschnitt die Untersuchung der Pflanzenbestände. Dieser letzte ist besonders wertvoll, weil die Methoden der soziologischen Forschung in der deutschen Literatur noch niemals zusammengestellt worden sind. Die einzelnen Methoden werden diskutiert und dabei wertvolle Anregungen zur Weiterbildung dieses in vielen Punkten noch strittigen Forschungsgebietes gegeben. Von der kartographischen Darstellung, die, soweit möglich, noch der Vereinheitlichung bedarf, handelt der Schluß des Buches. Auf Einzelheiten kann unmöglich eingegangen werden. Erwähnen möchte ich einige Schönheitsfehler. Die schweizerische Ausdrucksweise des Verf. macht es dem Reichsdeutschen zuweilen schwer, den Sinn genau zu erfassen. Sehr merkwürdig ist die Neben- und Unterordnung und die Zählung der Abschnitte. Wenn darin nicht ein Versehen beim Druck erfolgt ist, kann man diese Methode wohl sehr originell, aber wenig übersichtlich nennen.

Hubert Winkler, Breslau.

Literatur.

Rutgers, Dr. med. J., Das Sexualleben in seiner biologischen Bedeutung. Dresden 22, R. A. Giesecke.

Linke, Felix, Der ewige Kreislauf des Werdens. Betrachtungen über das Schicksal der Erde und des Lebens. Leipzig '22, Th. Thomas. Geh. 36 M., geb. 52 M.

Inhalt: H. E. Ziegler, Über die Homomerie. (6 Abb.) S. 537. Ferd. Scheminsky, Moderne Probleme der Elektrobiologie. S. 541. — **Einzelberichte**: K. Noak, Physiologische Untersuchungen an Flavonolen und Anthozyanen. S. 546. A. Sieberg, Die Verbreitung der Erdbeben und ihre Bedeutung für Fragen der Tektonik. S. 547. C. B. Bridges, Die Chromosomen der Obstfliege (Drosophila). (1 Abb.) S. 548. — **Bücherbesprechungen**: A. Pfaff, Für und gegen das Einsteinsche Prinzip. H. Wittig, Die Geltung der Relativitätstheorie. H. Richter, Die Entwicklung der Begriffe Kraft, Stoff, Raum, Zeit. H. Strasser, Die Grundlagen der Einsteinschen Relativitätstheorie. S. 549. O. Hertwig, Das Werden der Organismen. S. 550. J. Schaffer, Lehrbuch der Histologie und Histogenese, nebst Bemerkungen über Histotechnik und das Mikroskop. S. 551. G. Karsten, Methoden der Pflanzengeographie. Ed. Rübel, Geobotanische Untersuchungsmethoden. S. 552. — **Literatur**: Liste. S. 552.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 8. Oktober 1922. | Nummer 41.

Beiträge zur Relativität der Individuen.

IV. Probleme der Symbiose.

Von Dr. **Wilh. Goetsch**, München.

Mit 3 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

Selten hat wohl ein Schlagwort, das eigentlich nur zu wissenschaftlichem Gebrauche geprägt wurde, so sehr alle Wirkungskreise erobert wie das Wort vom „Kampf ums Dasein", das Darwin zur Erklärung der artbildenden Umwandlungsprozesse heranzog. Ursprünglich ganz eng gefaßt, gewann das Schlagwort allmählich immer weitere, ausgedehntere Bedeutung, so daß es schließlich zu dem Begriff eines Kampfes aller gegen alle wurde, und damit dann Entschuldigung für vieles bot, was sonst nicht der Billigung der Gesittung entsprach. Überschritt im privaten oder gesellschaftlichen Verkehr ein einzelner das erlaubte Maß zu eigenem Nutzen, oder unterdrückte und vernichtete ein Staat um des reinen Erwerbes willen fremde Völker oder Stämme, so konnte man immer sich damit entschuldigen, daß man achselzuckend sagte: „Das ist eben der Kampf ums Dasein; naturgewollt und damit gottgefällig."

Ein beliebtes Gebiet, um Beispiele für das vernichtende Ringen in der Natur anzuführen, lieferten immer die Erscheinungen, die in der Biologie als Parasitismus bezeichnet werden. Die Unzahl von Mitteln, die dem Schmarotzer bei der Ausnützung seines Opfers zur Verfügung standen, und die Gegenmittel, mit denen sich der Überfallene gegen die lästigen Bewohner wehrte, boten Argumente genug, auf die hingewiesen werden konnte.

Dabei vergaß und übersah man aber, daß es gerade in diesem Kriege der Organismen untereinander Waffenstillstände und Friedensschlüsse gab, und daß aus solchen Kampfeseinstellungen Bündnisse von einer Stabilität entstehen konnten, wie sie wohl sonst nirgends zu finden sind.

Wie groß deren Verbreitung ist, und wie sehr wir rings umgeben sind von solch symbiotischen Vereinigungen, wie der wissenschaftliche Name heißt, dafür geht uns erst jetzt durch die neuesten Forschungen das volle Verständnis auf. Das Zusammenleben von zwei ganz verschiedenartigen Organismen kann so eng werden, daß der eine förmlich zum Organ des anderen wird, und der eine Teil ohne den anderen nicht existenzfähig ist. Solche Geschöpfe sind demnach aus einer Vielheit zusammengesetzt; und das ist der Grund, weshalb die Probleme der Symbiose hier bei unseren Untersuchungen über die Relativität der Individuen behandelt werden sollen.

Die Natur macht keine Sprünge, so sagt das Sprichwort mit Recht; und so ist es kein Wunder, daß bei den Formen der Vergesellschaftung alle möglichen Übergänge zu finden sind. Auf der einen Seite steht der reine Parasitismus; d. h. nur der Schmarotzer hat vom Zusammenleben Nutzen, während das Wirstier, auf dem er lebt, geschädigt wird und nur gewissermaßen als Medium dient, auf das der Parasit angewiesen ist wie der Fisch aufs Wasser. Den anderen Endpunkt stellt die reine Symbiose dar, ein Begriff, unter dem alle die Fälle zu verstehen sind, in welchen sich Organismen verschiedener Kategorien zu einem festen, dauernden Zusammenleben vereinigen, in der Art und Weise, daß beide Teile voneinander Vorteil haben.

Das bekannteste Beispiel einer Symbiose ist der Einsiedlerkrebs (Pagurus), der seinen weichen Hinterleib in einem Schneckenhaus verbirgt und dieses mit einer Seerose (Aktinie) besetzt. Der Nutzen dieses Zusammenlebens besteht darin, daß die Seerose auf diese Weise eine gesteigerte Ortsbewegung bekommt; auch mögen mancherlei Nahrungsbissen für sie abfallen, wenn der Krebs Beute erjagt hat. Der Krebs wiederum hat bedeutende Vorteile von der Seerose, da er von der Aktinie Schutz genießt. Alle Seerosen sind nämlich wegen ihrer Nesselorgane sehr gefürchtet und werden kaum von räuberischen Tieren angegriffen, so daß auch der Krebs, der sich mit einem solchen wehrhaften Geschöpf vergesellschaftet hat, vor Nachstellungen sicherer ist.

Ein solches Zusammenleben von Tier mit Tier führt niemals zu solch innigen Vereinigungen, von denen wir hier zu reden haben; derart feste Gemeinschaften, welche für beide Teile lebenswichtig sind, kommen nur bei Bündnissen vor, welche Vertreter des Pflanzen- und des Tierreiches miteinander eingehen.

Solche Symbiosen zwischen Tier und Pflanze sind ungemein weit verbreitet; nachdem man einmal auf ihre Wichtigkeit aufmerksam geworden ist, findet man nach und nach in allen Tierklassen Beispiele dafür, sogar bei den Säugetieren.

Eine der schon bekannteren Formen ist beim Faultier zu beobachten. In seinem dichten Pelz siedeln sich Algen der Gattungen Trichophilus und Cyanoderma an, so daß das Fell stellenweise eine grüne Farbe bekommen kann.

Der Vorteil für beide ist augenscheinlich; das

Faultier, das am Tage bewegungslos in den Bäumen hängt, wird dadurch vor seinen Verfolgern leichter geborgen, und die Algen finden in dem Pelzwerk mit seinen Ausscheidungsprodukten günstige Existenzbedingungen.

Die soeben beschriebene Symbiose ist verhältnismäßig unkompliziert und mehr zufällig; bei anderen lassen sich jedoch ganz konstante Verhältnisse feststellen, besonders in Fällen, in denen der eine Symbiont in den Zellen des anderen lebt.

Aus der Fülle der Beispiele möchte ich hier nur zwei extreme Vereinigungen von solch intrazellulärer Symbiose[1]) anführen; zunächst einmal das Zusammenleben von Insekten mit niederen Pilzen und Bakterien, und dann die Symbiose von kleinen Wassertieren mit grünen Algen.

Jeder hat schon einmal das Glühwürmchen oder Johanniskäferchen bewundert, das in Sommernächten mit seinem glitzernden Schein herumschwirrt und das Weibchen sucht, das, ebenfalls leuchtend, an den Boden gebunden bleibt, weil ihm die Flügel fehlen. In unseren Gegenden ist das Glühwürmchen der einzige Vertreter der leuchtenden Insekten; in wärmeren Regionen gibt es dagegen eine ganze Anzahl solcher Lichtträger.

Der leuchtende Schein, der vom Körper dieser Tiere ausgeht, ist nun nicht eigentlich in der Organisation des Insekts begründet; sondern es ist wirklich eine Art Laternchen, wie es von den Johanniswürmchen in unseren Märchen immer erzählt wird. Die Ursache des Leuchtens sind nämlich Bakterien,[2]) und zwar ähnliche Bakterien, die auch faules Holz zu Lichterscheinungen veranlassen. Solche Leuchtbakterien sind am Hinterende unserer Glühwürmchen angesiedelt; aber nicht etwa äußerlich und zufällig, sondern in ganz komplizierten inneren Organen, in denen sie ganz gesetzmäßig angetroffen werden.

Das Tier, das in diesem Falle vom Leuchten Vorteile besitzt, stellt also für die Pilze an gewissen Körperstellen besonders günstige Bedingungen her, wo die Bakterien ein gutes Fortkommen finden. Und soweit geht die gegenseitige Förderung, daß sogar dafür gesorgt wird, diese Symbiose dauernd zu erhalten. Mit Hilfe komplizierter Einrichtungen ist es ermöglicht, auch den Eiern gleich eine Portion des leuchtenden Stoffes mitzugeben; gerade das Leuchten der Eier gab die Hinweise dafür, in den Lichtorganen symbiotische Verhältnisse zu suchen.

Wächst das junge Tier heran, so werden die Symbionten an ganz bestimmten Stellen lokalisiert; und die ausschlüpfenden Larven zeigen dann bereits eine Anzahl von Lichtpunkten. Die Stellen, an denen die Larven ihre Helligkeit ausstrahlen lassen, sind übrigens ganz andere als die am fertigen Tier; erst bei der Verwandlung zum Käfer werden die Pilze an die hintere Partie der Leibeswand transportiert, wo sie dann beim erwachsenen Tier zu finden sind. Nur an diesen ganz bestimmten Stellen können die Leuchtbakterien ihre Funktion ausüben; in anderen Körperregionen finden sie nicht die ihnen zusagenden Bedingungen.

Die Beziehungen der beiden Parteien sind demnach ganz genauen Gesetzen unterworfen, die immer konstant bleiben, und ein Symbiont ist immer vollkommen auf den anderen angewiesen.

Die Erkenntnis, daß leuchtende Substanzen bei gewissen Tieren Bakterien sind, führte nun dazu, auch bei anderen Organismen mit Leuchtorganen nachzuforschen, ob ihnen nicht ebensolche Symbiosen zugrunde liegen. Pierantoni und andere italienische Forscher haben in dieser Richtung gearbeitet, und zu gleicher Zeit entdeckte unabhängig davon Buchner in München die leuchtenden Symbionten in den Feuerwalzen.

Sie alle fanden, daß wirklich überall, wo bisher ein Leuchten im Tierreich genauer untersucht werden konnte, Bakterien die Ursache waren, auch an den so kompliziert gebauten Organen der Tintenfische, die mit projizierenden Linsen versehen sind und nach Belieben der Tiere aufleuchten und verlöschen können.

Bei diesen Tintenfischen erreicht die Kompliziertheit der Leuchtorgane überhaupt ihren Höhepunkt. Auch bei ihnen werden dem Ei immer einige Leuchtbakterien mitgegeben, die in den sog. akzessorischen Nidamentaldrüsen, deren Funktion man sich immer nicht recht erklären konnte, günstige Lebensbedingungen finden. Dort leuchten sie aber im allgemeinen nicht; erst wenn sie durch schlauchartige Gebilde an die streng lokalisierten Partien kommen, die durch besonders gute Sauerstoffzufuhr begünstigt sind, werden sie zum Leuchten gebracht; und da sie dort unter Linsen und anderen lichtverstärkenden Einrichtungen lokalisiert sind, ist das Tier imstande, sich in der dunklen Tiefsee seinen Weg zu erhellen oder aber auch dem anderen Geschlecht Leuchtsignale zu geben, da es auf Grund der komplizierten Organe befähigt ist, mittels Abblendung oder Sauerstoffzufuhr die Intensität des Lichtes zu regeln.

Ich habe gerade die Symbiose mit Leuchtbakterien als Beispiel gewählt, da sie mir am instruktivsten erschien. Die Beziehungen der Insekten und anderen Tiere mit anderen, nicht leuchtenden Spaltpilzen, die noch weit größere Bedeutung besitzen, zeigen teilweis mindestens ebensolch interessante Verhältnisse. Beispielsweise scheinen alle blutsaugenden Tierformen ganz besondere symbiotische Anpassungen zu besitzen, bei denen ebenso wie bei den Leuchtorganen dafür gesorgt ist, daß die Bakterien auch der neuen Generation mitgegeben werden.[1]) In allen

[1]) Den derzeitigen Stand der intrazellulären Symbiose gibt P. Buchner in seinem Werke: Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose (Berlin 1921).

[2]) Pierantoni, La luce degli insetti luminosi e la simbiosi studiata. Rend. delle R. Accad. Sc. Napoli 1914.

[1]) P. Buchner, Hämophagie und Symbiose. Naturwissenschaften 1922.

derartigen Fällen muß man annehmen, daß die Symbionten ihrem Wirtstier irgendwie bei der Verdauung Vorteile gewähren und sie befähigen, Stoffe aufzunehmen, die sonst den verdauenden Säften Schwierigkeiten entgegensetzen. Ganz geklärt sind diese Erscheinungen noch nicht überall; das gesamte Gebiet der Symbiose mit Bakterien ist noch Neuland, dessen Bearbeitung erst in den letzten Jahren begonnen ist.

Zum Stoffwechsel der Wirtstiere tragen sicher auch die Algen bei, die mit vielen Wassertieren in Symbiose leben; in einigen Fällen ist die Abhängigkeit beider Komponenten unmittelbar experimentell zu erweisen. Bei dieser Art der Symbiose, der wir noch einige Worte widmen wollen, sind auch die Vorteile für die pflanzlichen Bestandteile noch augenscheinlicher als bei den Spaltpilzen. Die grünen oder braunen Algen erhalten in den meist durchsichtigen Wassertieren reichlich Licht zur Assimilation, außerdem steht ihnen von seiten der Wirte Wasser und Kohlensäure zur Verfügung. Ferner ist für sie noch der gebotene Schutz von Vorteil, besonders wenn sie sich, wie dies häufig geschieht, bei Seerosen, Quallen und anderen mit nesselnden Organen ausgerüsteten Tieren ansiedeln.

Andererseits bringen auch die Algen ihren Wirten Nutzen. Manche derselben schaffen nicht, wie die freilebenden Formen, Reservestoffe, sondern geben alle Überschüsse in gelöster Form an das Tier ab, das sie bewohnen. Sie versehen dasselbe ferner mit Sauerstoff zur Atmung, so daß Tiere, die mit Algen behaftet sind, nach den Mitteilungen mancher Autoren ungünstige Lebensbedingungen besser und leichter aushalten können als algenfreie Individuen. Durch alle diese Beziehungen kann eine derartige Einstellung aufeinander eintreten, daß manche solcher Symbiosen ganz den Charakter eines einheitlichen Organismus angenommen haben.

Bei den Convoluten beispielsweise, kleinen Strudelwürmern des Meeres, ist das Zusammenleben von Tier und Pflanze ein unentbehrliches Bündnis geworden, so daß beide Faktoren den Tod finden, wenn sie getrennt werden.[1])

Es ist verhältnismäßig leicht, die Convoluten algenfrei zu bekommen, da die jungen, aus dem Ei ausschlüpfenden Tierchen noch keine Algen besitzen. Es sind also hier noch nicht die komplizierten Einrichtungen getroffen wie bei den Insekten und Tintenfischen, sondern die Infektion muß immer von neuem erfolgen. Hindert man nun die Tiere, die Algen aufzunehmen, so kränkeln sie und sterben bald; sie sind jedoch am Leben zu erhalten, sobald man ihnen Algen einverleibt.

Das wird verständlich, wenn man sich vor Augen hält, daß diese Strudelwürmer zeitweise lediglich von den ölartigen Ausscheidungen der Algen leben, und die Algen wiederum die stickstoffhaltigen Exkretstoffe des Wurms so ausnützen, daß es gar nicht zur Aufstapelung geformter Massen kommt, wie es normalerweise geschehen müßte. Sie funktionieren ganz als ein Organ des Wurms, als seine Nieren; und da die Tiere in den Algen diese Ersatznieren besitzen, haben sie die eigentlichen Apparate zur Beseitigung der Exkrete auch vollkommen abgeschafft. Die Berechtigung dieser Annahme geht daraus hervor, daß junge, noch nicht infizierte Tiere noch nierenartige Vakuolen mit langen, spitzen Kristallen besitzen, die später verschwinden, wenn die Aufnahme der Algen erfolgt ist.

Die gegenseitige Anpassung und Einstellung aufeinander hat also einen sehr hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, der aber, wie alle extremen Anpassungen, zum Verderben ausschlagen kann. Das zeigt sich auch bei einigen Formen der Convoluten. Da sie ihr Nahrungsreservoir in sich selbst tragen und dieses durch ihre eigenen Abfallprodukte sich immer selbsttätig erneuert, so brauchen sie überhaupt keine Beute mehr zu fangen und schaffen somit schließlich auch noch den Mund als überflüssig ab. Nun genügen zwar die Fette der Algen eine Zeitlang als Nahrung; später muß jedoch auch stickstoffhaltige Substanz aufgenommen werden, da die Abscheidungen der Symbionten zum dauernden Aufbau nicht auszureichen scheinen. Hat der Stickstoffhunger im Wurmkörper nun eine gewisse Stärke erreicht, so fangen die Tiere an, nicht nur die Produkte der Algen zu verdauen, sondern sich an diesen selbst zu vergreifen. Damit ist dann der Stickstoffhunger einige Zeit gestillt — aber diese Tiere sind dann auch selbst dem Tode geweiht. Sie fressen damit ihre eigenen Nieren auf und berauben sich gleichzeitig ihrer Fettquelle, so daß sie elend zugrunde gehen. Da inzwischen aber reichlich Nachkommen erzeugt sind, bleibt die Art erhalten; und darauf kommt es der Natur ja viel mehr an als auf die Erhaltung der Individuen.

Für die Probleme der Symbiose ist nun eine Frage von Interesse: Ist es möglich, daß auch jetzt noch neue Bündnisse zwischen Tier und Pflanze entstehen? Und werden vielleicht dadurch, daß eine solche Symbiose auftritt, die einzelnen Teile irgendwie beeinflußt, so daß etwas Neues, noch nie Dagewesenes entsteht?

Diese Fragen können nach den letzten Ergebnissen des vergangenen Jahres wohl in bejahendem Sinne beantwortet werden.

Die Organismen, welche eine neue Symbiose eingingen, waren Süßwasserpolypen und grüne Algen, die beide zu derartigen Verbindungen neigen. Eine Art unserer Hydren verdankt dieser Symbiose sogar ihren Namen, da sie sich normalerweise nicht von ihren grünen Bestandteilen trennt: die Chlorohydra viridissima, früher Hydra viridis genannt.

Die übrigen Spezies oder Gattungen sind braun

[1]) F. W. Gambles und F. Keable, Proc. roy. Soc. London 1905 u. 1907.

oder grau gefärbt, da sie der Algen entbehren, und trugen daher früher auch die Namen Hydra fusca und Hydra grisea, während sie jetzt nach anderen Gesichtspunkten systematisch bewertet werden, welche eine sicherere Feststellung gewährleistet als die leicht wechselnde Farbe.[1])

Diese algenfreien Tiere versuchte ich nun künstlich zu einer Symbiose zu bringen, indem ich ihnen algenhaltige Teile der grünen Form einverleibte. Das war nicht ganz leicht, gelang aber schließlich mittels einiger Kunstgriffe. Der Erfolg war indessen vollkommen negativ; die Hydren gaben die Algen, die ihnen mit der Nahrung in das Innere gebracht wurden, wieder von sich, und die Versuche, durch Transplantation grüne Teilstücke überzupflanzen, mißglückten ebenfalls.

An demselben Tage, an dem ich diese Versuche als aussichtslos aufgeben wollte, tat mir die Natur selbst den Gefallen: einige braune Tiere begannen an gewissen Stellen grün zu werden; und zwar waren es Tiere, mit denen ich noch niemals experimentiert hatte, und die Algen, welche diese Verfärbung verursachten, waren ebenfalls ganz andere als die, welche bisher bei ihren grünen Verwandten bekannt waren! (Vgl. Abb. 3.)

Die ersten Anzeichen der Verfärbung machten sich an der Mundpartie geltend; dann siedelten sich die Algen an der Fußscheibe an, und im Verlauf von 2—3 Wochen war der dazwischenliegende Raum ausgefüllt und aus dem braunen Tier ein grünes geworden.

Die Knospen, die zu dieser Zeit auftraten, waren noch so lange braun, als die mütterliche Körperpartie, der sie entsprossen, algenfrei blieb; war auch sie von Algen besiedelt, so bekam auch das junge, neue Tier grüne Bestandteile mit.

Mein Bestreben mußte nun darauf gerichtet sein, das mir durch diesen Zufall zuteil gewordene Material zu vermehren und zu erhalten. Das war zunächst nicht leicht, da das Eindringen der Algen gewisse pathologische Erscheinungen hervorrief, an denen die Tiere leicht eingingen. Es bedurfte auch hier mancherlei Kunstgriffe und vor allem vorsorglicher Pflege, um die Hydren diese kritische Zeit überstehen zu lassen. Nach einiger Zeit war dann eine Anpassung an die neuen Verhältnisse eingetreten, und durch Aufzucht von Knospen gelang es dann eine ganze Anzahl von Kulturen herzustellen, die alle bis auf den heutigen Tag die Symbiose beibehielten.

Auch glückte es nunmehr, die Algen, welche einmal den Körper der Hydren passiert hatten, auf andere, noch nicht infizierte Tiere zu überpflanzen und dort konstant zu erhalten. Stets kam es in solchen Fällen zunächst zu gewissen krankhaften Erscheinungen, die sich aber überwinden ließen, so daß einzelne Tiere und Kulturen jetzt schon $1^1/_2$ Jahre in diesen neuen Verhältnissen leben.

Eine gleichmäßige konstante Verteilung der Algen im Hydrakörper ist indessen nicht immer leicht zu erhalten. Im Gegensatz zu anderen Symbiosen wirken nämlich die Außenbedingungen auf das neuentstandene Bündnis bedeutend ein. Am besten bekommt den Algen ein warmer, heller Standort und kalkhaltiges Wasser; an einer solchen Stelle kam auch die erste Verbindung zustande, da die Tiere, welche die Algen zuerst in sich duldeten, in einem Warmwasserbassin gehalten wurden. Dunkelheit und Kälte läßt die Zahl der Algen bedeutend abnehmen, und ähnlich wirkt eine Verminderung des Kalkgehalts. Wenn es auch längerer Zeit bedarf, um die letzten Reste der Algen zum Verschwinden zu bringen, so genügen doch 4—5 Wochen Kälte oder Dunkelheit, um die Symbiose aufzuheben und die Hydren auf die Dauer algenfrei zu machen.

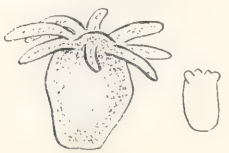
Wie man sieht, haben sich noch keineswegs dauerhafte Verhältnisse herausgebildet. Die Eier werden auch nicht während ihrer ersten Entwicklungsstadien mit Algen versehen, wie dies bei den grünen Verwandten, bei Chlorohydra viridissima, stets zu geschehen pflegt, so daß die geschlechtlich erzeugten Jungen algenfrei bleiben. Kurzum, eine solche Konstanz, wie wir sie bei anderen solchen Bündnissen gewohnt sind, fehlt noch vollkommen — ein Zeichen für die Neuheit dieser Symbiose.

Die Erfahrungen, die ich bei der Aufzucht und Beobachtung der neu infizierten Hydren gesammelt hatte, veranlaßten mich nun zu versuchen, wie fest wohl bei den schon immer grünen Chlorohydren die symbiotischen Verhältnisse sind. Ich ließ die Faktoren, welche den Algen sich schädlich erwiesen hatten, kombiniert einwirken; und wirklich gelang es mir, durch wochenlang dauernde Kälte und Dunkelheit in Verbindung mit herabgesetztem Kalkgehalt eine Abnahme der Algen zu erreichen.

Da die mittlere Körperpartie zuerst algenfrei wurde, glückte es schließlich, ganz weiße Chlorohydren zu züchten, die sich im allgemeinen von ihren grünen Geschwistern nicht sehr unterschieden. Nur sind sie etwas hinfälliger als diese und müssen sorgfältiger behandelt werden. Besonders muß für regelmäßige, reichliche Fütterung gesorgt werden, denn Hunger vertragen sie nicht so gut wie die grün gebliebenen Exemplare. Fünf weiße Tiere, die einem Hungerversuch unterworfen wurden, waren beispielsweise nach fünf Wochen ganz klein geworden und gingen unter Depressionszuständen ein, während die mit ihnen zusammen gehaltenen grünen Individuen zu derselben Zeit unter denselben Bedingungen ohne irgendwelche Krankheitserscheinungen blieben; nur ihr Volumen war etwas verringert. Derartige Beobachtungen zeigen, daß auch die Hydren von ihren Zellbewohnern Nutzen haben müssen. (Vgl. Abb. 1.)

[1]) P. Schulze, Bestimmungstabellen der deutschen Süßwasserhydrozoen. Zoolog. Anzeiger 1922.

Das Eingestelltsein auf symbiotische Verhältnisse zeigte sich übrigens noch in anderer Weise. Die weißen Chlorohydren hatten nämlich die Tendenz, von neuem Algen aufzunehmen. Daß es sich bei einem Wiederergrünen nicht etwa um zurückgebliebene Symbionten handeln konnte, bewies die Art der Entstehung. Tiere, die drei bis vier Monate lang dauernd beobachtet wurden, zeigten plötzlich an ein oder mehreren Stellen kleine grüne Flecke, die sich dann ausbreiteten: in genau der gleichen Weise traten die Algen auf wie in all den Fällen, in denen durch Verfütterung eine Wiederinfektion eingeleitet werden konnte. Eine Bevorzugung gewisser Körperpartien war bei den Chlorohydren niemals zu bemerken; während die bisher braun gewesenen Arten die Algen zunächst nur an der Tentakelbasis duldeten, konnte eine Chlorohydra an jeder Körperstelle die Symbionten aufnehmen und dauernd beherbergen.



a b

Abb. 1. Grüne und weiße Chlorohydra viridissima nach einer Hungerperiode von 5 Wochen. Das algenfreie helle Exemplar ist bedeutend verkleinert und der Auflösung nahe, das dunkle, grüne Tier vollkommen normal.

Abb. 2. Neuinfektion von weißen Chlorohydren in der Körpermitte.

Und wenn man trotz alledem immer noch im Zweifel sein konnte, ob nicht doch etwa zurückgebliebene Symbionten die Ursache der neuen Verfärbung wären, so mußte eine Tatsache jeden Zweifel beseitigen: die Algen, die in den weißen Chlorohydren auftraten, waren in drei Fällen ganz andere als die, welche sonst in diesen Tieren gefunden werden. Sie waren nicht rund mit den typischen glockenförmigen Chromatophoren, sondern länglich oval mit deutlichem Kern (Abb. 3). Auch ihr Umfang war bedeutend größer als wie er sonst den Chlorellen von den grünen Hydren zukommt, so daß eine Identität beider Formen abzulehnen ist.

Die Chlorohydren, die auf künstliche Weise algenfrei gemacht worden sind, suchen demnach die Symbiose wiederherzustellen und nehmen dabei nicht nur die Algen auf, die gewöhnlich in ihnen zu finden sind, sondern auch andere, ungewohnte, mit denen sie auch dauernd in Gemeinschaft bleiben können.

Innerhalb ganz kurzer Zeit sind demnach in meinen Kulturen zwei neue Bündnisse entstanden, ein Zeichen, daß auch jetzt noch Symbiosen gebildet werden.

Wirken nun solch neue Symbiosen auch auf die Art- und Rassenbildung? Das ist eine Frage, die vorläufig noch nicht endgültig entschieden werden kann. Bei den Hydren sprechen einige Anzeichen dafür, da alle Tiere, die eine Algeninfektion erlitten haben, gewisse Veränderungen zeigen, so daß ihre Einreihung in das System Schwierigkeiten macht. Da aber nicht einwandfrei festgestellt werden kann, ob bei den Exemplaren, denen durch Transplantation oder Verfütterung von algenhaltigen Teilstücken die Symbionten einverleibt werden, nicht vielleicht eine Art Bastard- oder Chimärenbildung eintritt, muß diese Frage, inwieweit die Symbiose die Artbildung beeinflußt, noch zurückgestellt werden. Ein logisches Postulat ist eine solche Beeinflussung aber unbedingt, da man sonst die Anpassungen der Wirte an ihre Bewohner nicht recht erklären könnte.

a b c

Abb. 3. a: Chlorella vulgaris, die typischen Symbionten von Chlorohydra viridissima (= Hydra viridis).
b: Chlorellen, die von der braunen Hydra attenuata aufgenommen werden und mit ihr eine dauernde Symbiose bilden können
c: Algen, die von den künstlich algenfrei gemachten Chlorohydren aufgenommen wurden.
Alle Algen sind in gleicher Vergrößerung gezeichnet.

Die Erscheinungen der Symbiose zeigen uns in deutlichster Weise, daß es in der Natur nicht nur einen Kampf aller gegen alle gibt, sondern daß auch ein „Bund fürs Dasein" möglich ist; ein Bund sogar zwischen Organismen, die ganz verschiedenen Reichen angehören. Auf den Anfangsstadien sind die Beziehungen noch recht locker; das zeigen die Hydren, welche bei mir die Symbiose eingingen und erst ganz kurze Zeit mit den Algen in Gemeinschaft leben. Bei ihren nächsten Verwandten, bei Chlorohydra, die nun schon lange auf die Algen eingestellt sein muß, ist die Abhängigkeit schon größer; Tiere, welchen die Algen entzogen werden, halten ungünstige Verhältnisse nicht mehr so leicht aus wie ihre normalen Artgenossen. Auch ist bei diesen Chlorohydren die Anpassung so weit gegangen, daß bereits die Eier mit den Symbionten infiziert werden. Andere Tiere sind mit ihren Symbionten noch enger verbunden, und auf den extremen Endstadien symbiotischer Vereinigungen kommt es dann so weit, daß ein Teil ohne den anderen absolut nicht existieren kann: Die Algen der Convoluten und die Leuchtkörper der Insekten und Tintenfische sind zu Organen dieser Lebewesen geworden. Sie stellen somit Bestandteile

der Organisation dar, welche nicht fehlen dürfen und nicht weggedacht werden können; oder mit anderen Worten: das, was wir ein „Individuum" nennen, ist in diesen Fällen zusammengesetzt aus ganz verschiedenen Teilen; Vereinigungen von verschiedenen Lebewesen, die auch jetzt noch entstehen können, bilden im Endstadium ihrer Entwicklung eine solche Einheit, die alles das enthält, was wir als Individualität zu bezeichnen gewohnt sind.

Die Stinkdrüsen der Wanzen in ihrer Bedeutung als Schutzmittel.

[Nachdruck verboten.]

Von **Franz Heikertinger**, Wien.

Die Wanzen (*Hemiptera heteroptera*) sind mit Stinkdrüsen ausgerüstet, welche bei den noch flügellosen Larven auf den ersten Rückenplatten des Hinterleibes, bei dem reifen Insekt hingegen auf der Unterseite der Mittelbrust, hinter den Hüften der Mittelbeine, ausmünden. Diese Drüsen liefern ein Sekret, welches beim Verdunsten einen eigentümlichen Geruch verbreitet.

Nach J. Gulde, der die Dorsaldrüsen der Larven zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung gemacht hat,[1]) ist das Sekret eine helle, klare Flüssigkeit, in welcher stark lichtbrechende Öltröpfchen schwimmen, die beim Verdunsten den bekannten, an Fettsäure erinnernden Wanzengeruch verbreiten. Nach Untersuchungen von Künckel d'Herculais an der Bettwanze stimmt das Sekret der Dorsaldrüse der Larven mit jenem der Thorakaldrüse der Imagines überein. Es ist eine stark sauer reagierende Flüssigkeit, deren wirksamer Bestandteil die Cimicinsäure ist, die Lackmuspapier leicht rötet. Nach L. Carius ist diese Säure der Ölsäure nächstverwandt und besitzt die Formel $C_{80}H_{28}O_2$; über die beigemengten widrigriechenden Substanzen erhielt genannter Forscher keine Klarheit. Das Sekret soll im menschlichen Munde einen scharfen Geschmack haben (nach Schumacher).[2])[3]) Manche ausländischen Arten (z. B. *Oncomeris ostracioptera* aus Neukaledonien, *Pachylis* sp. aus Mittelamerika) sprühen das Sekret mehrere Fuß weit weg; in die Augen geraten, soll es heftigen Schmerz verursachen. Landois berichtet, bei seinen Arbeiten mit der Bettwanze durch Entzündung des Bindegewebes im Auge, heftiges Brennen und Stechen belästigt worden zu sein, wogegen Gulde nur geringe Wirkungen auf das Auge verspürte. Bei längerem Hantieren werden die Finger von dem Sekret wie von Salpetersäure gebräunt (Gulde, Schumacher).

Das Hervorstechende an dem Sekret für die menschlichen Sinnesorgane aber ist sein Geruch, der im allgemeinen als „ekelhaft", „widerwärtig" usw. bezeichnet wird. Vom Standpunkt exakter Forschung darf hierbei zweierlei nicht außer Betracht bleiben:

1. Die Begriffe „ekelhaft" usw. sind ausschließlich menschliche Urteile, auf menschlichen Sinnesorganen basiert, menschlichem Geschmacke angepaßt; es sind typische, naive Anthropodoxismen, die a priori für kein anderes Lebewesen Gültigkeit beanspruchen können. Nur Beobachtungen und Versuche am Tier selbst können Aufschluß darüber geben, wie dieser Geruch auf ein Tier wirkt. Der direkte Schluß vom Menschen auf das Tier ist unzulässig, unwissenschaftlich.

2. Selbst für den Menschen sind nicht alle Wanzensekrete widerwärtig; es gibt ihrer nicht wenige, die von unbefangenen Forschern sogar als dem Menschen angenehm riechend bezeichnet werden.[1]) Es ist nicht zulässig, in Bausch und Bogen von einem „Ekelgeruch der Wanzen" zu sprechen, auch nicht für den Menschen allein.

Im Folgenden soll ein kurzer Blick auf die menschliche Wertung der Wanzengerüche geworfen und sodann sollen Beobachtungen und Versuche im Abriß vorgeführt werden, welche einen Blick in die tierische Wertung derselben Gerüche gestatten.

Der Geruch einer Bett-, einer Baum-, einer Beerenwanze ist dem Kulturmenschen unangenehm. Ob Naturmenschen der gleichen Meinung sind, ist zumindest sehr fraglich. Snellen van Vollenhoven und Piepers berichten, daß die Javanen Wanzen ihrer Reisfelder (z. B. *Leptocorisa acuta*), welche nach ihrem unangenehmen Geruche „Walang sangit" genannt werden, sehr gerne essen. Schumacher erwähnt, daß in Assam die große Schildwanze *Aspongopus nepalensis* zerstampft zum Würzen der Reisspeisen verwendet wird. Gewohnheit und Erziehung, engere Beziehungen zu natürlicher Tierernährung usw. haben in diesen Dingen ausschlaggebenden Einfluß.

Aber auch dem im Ekel vor Bett- und Beerenwanze aufgewachsenen Kulturmenschen dünken weitaus nicht alle Wanzengerüche unangenehm. Snellen van Vollenhoven nennt als ange-

[1]) Bericht d. Senckenbergischen naturforsch. Gesellschaft Frankfurt a. M., 1902, S. 85—134.

[2]) Nach F. Schumacher (Deutsche Entom. Zeitschr. 1918, S. 161).

[3]) P. Mayer fand bei *Pyrrhocoris* und Gulde bei den Larven von *Palomena prasina* und *Rhaphigaster nebulosa* einen süßlichen, an Chloroform erinnernden Geschmack.

[1]) Man erinnert sich hier an die ungemein nahe chemische Verwandtschaft von Wohlgerüchen und Ekelgerüchen und die leichte Überführbarkeit der einen in die anderen. So werden aus der (beispielsweise im menschlichen Fußschweiß vorhandenen) Valeriansäure die feinsten Wohlgerüche erzeugt. — Auch die Konzentration eines Duftes kommt in Betracht; derselbe Stoff, der in feiner Verteilung angenehm wirkt, kann konzentriert schon unangenehm sein.

nehm duftende Arten *Capsus pastinacae* und *Alydus calcaratus*. Heymons erwähnt eine im Sommer auf Wiesen häufige Capside, *Adelphocoris seticornis*, die „im Geruch an reife Birnen erinnert". Die *Deraeocoris*-Arten riechen nach Mitteilung von A. Handlirsch nach Obst.[1]) Nach Hahn strömen tote *Brothrostethus annulipes* noch lange einen sehr angenehmen Geruch aus. *Therapha hyoscyami* riecht nach Gulde angenehm zimtartig; eine kleine, unter Rinde lebende Cimicide, *Piezostethus cursitans*, verriet demselben Forscher ihre Anwesenheit oft durch einen feinen erdbeerartigen Geruch. Nach Handlirsch duften manche Wasserwanzen moschusähnlich und nach W. A. Locy entströmt *Belostoma* ein angenehmer, gut gereiften Birnen oder Bananen ähnlicher Geruch.

Geteilt sind die Meinungen über die häufige Coreide *Syromastes marginatus*. Heymons gibt ihr einen eigentümlichen aromatischen Geruch, der etwas an Borsdorfer Äpfel erinnert. Auch Schumacher bezeichnet den Geruch der Coreiden als Apfelgeruch. Ich schließe mich ihnen an und finde den Geruch, falls er nicht allzu konzentriert auftritt, nicht unangenehm, obstätherartig. Von den zarten Capsiden sagt Schumacher, daß sie mitunter beim Nadeln einen „geradezu köstlichen Wohlgeruch ausströmen". K. Friederichs berichtet von *Stenocephalus agilis*, daß dessen starker Geruch seinem Empfinden nach für Menschen nicht unangenehm sei. Nach Frey-Geßner und V. Gredler soll die berüchtigte Stinkwanze *Pentatoma* (*Tropicoris*) *rufipes* bei geeigneter Behandlung ein feines, dem Patschuli nicht unähnliches Parfüm liefern.

Zahlreichen Wanzenarten, besonders aus den Familien der Nabiden, Saldiden, Capsiden, fehlt der Geruch ganz oder fast ganz. Auch unter den Stinkwanzen gibt es nicht selten Individuen, die keinen oder nur einen sehr schwachen Geruch von sich geben.

Es ist nach alledem nicht zulässig, wissenschaftlich von einem „Schutzgestank" der Wanzen im allgemeinen zu sprechen. Wird der Menschensinn als Maß genommen (was wissenschaftlich unzulässig ist), dann bliebe die Entstehung des anlockenden Wohlgeruches vieler Arten und die Geruchlosigkeit anderer unerklärbar. Setzt man aber den Menschensinn als Richter ab, dann versinkt damit auch der rein anthropodoxische Begriff „ekelhaft", eine der Grundlagen der Schutzmittelhypothesen, zur Gänze.

Nur Beobachtung und Versuch können lehren, ob ein Insektenfresser von dem Wanzengeruch irgendwie berührt, am Fraß gehindert werden kann oder nicht. Von diesem einzig wissenschaftlichen Grundsatz darf keinerlei teleologisch noch so lockende Erscheinung wegführen. Als Beispiel einer solchen führe ich die Tatsache an, daß die Ausmündungsporen der Stinkdrüsen bei den Larven auf dem Rücken gelegen sind, mit der Ausbildung der Flügel aber, die den Rücken völlig bedecken, auf die freie Körperunterseite verlagert werden. Wie zweckmäßig! Die Drüsenmündungen wechseln den Ort, um ihre Aufgabe dauernd erfüllen zu können! Sie müssen wohl eine Aufgabe haben, wozu wären sie sonst da? Welche Aufgabe (gemeinhin gesprochen „welchen Zweck") aber könnten sie haben als die eines Schutzmittels? Es ist klar, daß diese Dinge einleuchtend verlockend zu der beliebten Auffassung der Stinkdrüsen als Schutzmittel hindrängen müssen.

Der objektive Tatsachenforscher aber kombiniert nicht, wenigstens insolange nicht, als noch empirisch leicht lösbare Grundfragen ungelöst vorliegen. Und eine solche Grundfrage ist hier gegeben: Sind die Wanzen wirklich geschützt? Zeigen Beobachtungen und Versuche mit Insektenfressern einen Schutz?

Die möglichen Arbeitsmethoden sind zweierlei: 1. Beobachtungen an freilebenden Insektenfressern und 2. Versuche mit eingezwingerten. Erstere lassen sich scheiden in direkte und indirekte Beobachtungen. So schwierig es ist, einen Freilandvogel bei der Nahrungsaufnahme im Feld direkt zu beobachten und die Art- oder Gattungszugehörigkeit eines von ihm aufgenommenen Insekts sicher festzustellen — so einfach und sicher gelingt diese Feststellung auf dem indirekten Wege der Untersuchung des Magen- und Kropfinhaltes im Freiland erlegter Vögel.

Die Frage nach der Art und Zusammensetzung der Vogelnahrung ist noch von einer anderen Seite her aufgeworfen worden, nämlich von der landwirtschaftlichen, als Frage nach Nützlichkeit oder Schädlichkeit jeder Vogelart. Und da der Eigennutz des Menschen ganz andere Mittel zur Verfügung stellte, so verfügen wir über eine relativ recht befriedigende Literatur über Vogelmageninhalte, eine Literatur, die für unsere Frage den Vorzug objektiver Unbefangenheit besitzt, weil die Verfasser, von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehend, unserer Frage fern standen. Insbesondere ist in Europa und Nordamerika auf diesem Gebiete rege gearbeitet worden.

In Europa sind es in erster Linie die eingehenden Untersuchungen von E. Csiki,[2]) eines kenntnisreichen Fachentomologen vom Ungarischen Nationalmuseum in Budapest, die uns statistisches Material an die Hand geben. Sie berücksichtigen fast ausschließlich typische Insektenfresser und umfassen ein reiches Material (im Durchschnitt

[1]) Ich nehme die Gelegenheit wahr, Herrn Hofrat A. Handlirsch (Wien) für eine Reihe fachmännischer Hinweise und Mitteilungen bestens zu danken.

[2]) Positive Daten über die Nahrung unserer Vögel. Aquila, Zeitschr. d. Ungar. Ornithol. Zentrale. Budapest. 11.—21. Bd., 1904—1915.

mehr als 40 Magen von jeder untersuchten Vogelart). Aus Csikis Untersuchungen ergibt sich, daß Wanzen in einem den übrigen Insektenordnungen völlig entsprechenden Verhältnisse verzehrt werden, daß ein Geschütztsein nirgends zutage tritt und daß die verzehrten Wanzen vielfach gerade den übelriechendsten Arten zugehören. Der mangelnde Raum verbietet mir, diese Feststellung hier mit Einzeldaten zu belegen; ich tue dies an anderer Stelle.[1]) Auch die übrigen vorliegenden Untersuchungen von Magen europäischer Vögel (ich verweise auf Arbeiten von G. Rörig, A. Reichert und E. Rey, W. Baer, K. Loos u. a.) bezeugen, daß Stinkwanzen nicht minder als andere Insekten verzehrt werden.

Reicheres statistisches Material liegt aus Nordamerika vor. Hier hat das U. S. Department of Agriculture großzügige Untersuchungen durchgeführt, zu welchen etwa 40000 Vogelmagen aufgebracht wurden. Die Aufarbeitung erfolgte durch W. L. Mac Atee, F. E. L. Beal, S. Judd u. a.; eine Reihe von Arbeiten dieser Forscher, einzelne Vogelgruppen betreffend, liegen als Bulletins des Biological Survey obgenannten Departments vor. Auch hier muß ich mir die Vorführung von Einzelheiten an dieser Stelle versagen und beschränke mich auf ein zusammenfassendes Urteil, das Beal nach reicher Tatsachenerfahrung abgegeben hat:[2]) „... Es hat die Untersuchung der Mageninhalte zahlreicher Vögel erwiesen, .. daß trotz schützender Färbung, schützender oder nachahmender Form, ekelhafter Gerüche, scharfer Absonderungen und abwehrender Rüstungen die dergestalt geschützten Insekten von den Vögeln gefunden und gefressen werden und in vielen Fällen einen namhaften Prozentsatz deren jährlicher Nahrung ausmachen.... So besitzen Pentatomiden einen äußerst widerlichen Geruch und Geschmack .. und haben hierzulande den Namen ‚stink bugs' erhalten. Es zeigt sich jedoch, daß die Vögel sie gar nicht ekelhaft oder irgendwie unangenehm finden, denn sie fressen dieselben ohne Umstände. Tatsächlich sind wenige Insekten in den Magen so vieler Vogelarten und Vogelindividuen gefunden worden wie diese."

Über die Nahrung der Vögel Indiens haben C. W. Mason und H. Maxwell Lefroy eine umfangreiche Arbeit geliefert.[3]) Sie stellen darin fest: „Die Heteroptera oder Wanzen bilden eine durchaus allgemeine Nahrung der Vögel..." Über die indischen Pirole *Oriolus kundoo* und *melanocephalus* findet sich sogar die Bemerkung, daß diese Vögel eine besondere Vorliebe für Wanzen besäßen, was auch auffällig aus den Mageninhaltslisten hervorgeht.[1]) Auch die Forschungen F. Dahls im Bismarck-Archipel erweisen trotz der Dürftigkeit der Angaben die Schutzlosigkeit der Wanzen. Desgleichen die Forschungen G. A. K. Marshalls in Afrika. Der unbefangene Forscher wird sich an den Tatsachenangaben überzeugen, daß Wanzen nicht nur überhaupt verzehrt, sondern auch in einer ihrer Rolle im Naturleben völlig entsprechenden Anzahl verzehrt werden, daß sie also weder einen absoluten noch einen relativen Schutz genießen. Soviel über die indirekte Beobachtung.

Die zweite Untersuchungsmethode ist der planmäßige Versuch. Er steht, da er stets ein unnatürliches Element enthält, an Beweiskraft weit hinter der Beobachtung zurück. Für ihn kommen zwei Formen der Problemfassung in Betracht: 1. Die Behauptung, der „Wanzengestank" sei im allgemeinen für Insektenfresser ekelhaft, sei also im allgemeinen schützend wirksam. — 2. Die Behauptung, der Wanzengestank sei als Schutzmittel durch Auslese im Daseinskampf herausgearbeitet worden. In den Versuchen zu Behauptung 1 sind beliebige Kombinationen von Raubtier und Beutetier zulässig; es kann beispielsweise ein britisches Insekt einem indischen Vogel, es kann ein taglebendes Insekt einem Nachtvogel usw. usw. angeboten werden. In den Versuchen zu Behauptung 2 dürfen aber nur Tiere der gleichen Lebensgemeinschaft, die Zeit und Raum in allen Einzelheiten miteinander gemeinsam haben, einander regelmäßig begegnen, verwendet werden; ein mitteleuropäisches, taglebendes Bauminsekt beispielsweise darf nur einem gleichfalls mitteleuropäischen, tagjagenden Baumvogel vorgelegt werden, da sonst die Möglichkeit dauernder Begegnung und Beeinflussung und die Möglichkeit wirksamer Auslese fehlt. So oft die Ungenießbarkeit der Stinkwanzen in der Literatur a priori behauptet worden ist, so wenig exakte Untersuchungen über den Gegenstand liegen vor und die von mir durchgeführten Versuche, über die ich andernorts eingehender berichten möchte, sind, soweit mir bekannt, so ziemlich die umfangreichsten auf diesem Gebiete. Ich habe mich bemüht, nach Möglichkeit mit Individuenserien typischer Stinkwanzen einerseits (*Eurygaster maura* und *nigrocuneullata*, *Aelia acuminata*, *Carpocoris purpuripennis*, *Dolycoris baccarum*, *Palomena prasina*, *Tropicoris rufipes*, *Eurydema dieraceum*, *Syremastes marginatus*) und mit grellfarbigen Arten andererseits (*Pyrrhocoris apterus*, *Lygaeus saxatilis*) zu arbeiten. Die Ergebnisse sind, in Umrissen gekennzeichnet, folgende:

1. Die Trutztrachthypothesen besagen: Gut schmeckende Tiere sind unauffällig gefärbt, schutzfarbig — schlechtschmeckende Tiere dagegen

[1]) Biologisches Zentralblatt (im Erscheinen).

[2]) The Relation between Birds and Insects. Yearbook Dept. Agric. Washington 1908, p. 346.

[3]) The Food of Birds in India. Mem. Dept. Agric. India. III. 1912.

[1]) Auch vom europäischen Pirol, *Oriolus galbula*, ist diese Wanzenvorliebe bekannt.

warnend grellfarbig; die Grellfärbung ist für sie ein ausschlaggebender Vorteil, denn er warnt den Feind im voraus vor dem Verkosten (welches dem Beutetier, auch wenn es sich später als ungenießbar erweisen sollte, doch das Leben kosten würde).

Eine Voruntersuchung der verwendeten Wanzen mit menschlichen Sinnesorganen ergab nun: Die aufgeführten Stinkwanzen sind (bis auf eine, *Eurydema oleraceum*) ungeachtet ihres Geruches unauffällig, gelblich, bräunlich oder grün gefärbt, im großen und ganzen also schutzfarbig; die grellfarbigen Arten (*Pyrrhocoris*, *Lygaeus*) dagegen besitzen als Vollinsekten keinen nennenswerten Geruch. Die Voraussetzungen für die Trutztrachthypothese sind somit nicht erfüllt, die Färbungen sind eher im entgegengesetzten Sinne verteilt, stehen im Widerspruch mit den Hypothesen.

2. Die Trachthypothesen besagen: Die Stinkwanzen sind durch Ekelgeruch geschützt. Die Versuche (mehr als 200) erweisen, daß die Wanzen von allen jenen Insektenfressern, welche Insekten dieser Größe, Körperbeschaffenheit, Aufenthaltsorte usw. überhaupt jagen, ohne jede Rücksicht auf Gestank ebenso gern genommen werden, wie irgendwelche andere, nicht übelriechende Insekten. Der Geruch findet keine Beachtung (die Vögel, die als die Hauptfeinde der Insektenwelt in Betracht kommen, sind bekanntlich außerordentlich geruchs- und geschacksstumpf und beriechen eine Beute niemals) und der Geschmack der Wanzen scheint ihnen völlig zu behagen. Dagegen zeigen die Versuche ein anderes belangreiches Ergebnis.

Die Fälle nämlich, in denen die Wanze vom Vogel nicht angenommen wurde, betreffen fast gar keine typischen Stinkwanzen, wohl aber nichtstinkende, grellfarbige Arten. Die Ablehnung erfolgte auf den bloßen Anblick hin, ohne Beriechen, ohne Verkosten. Die Wanzen sind den jahrelang eingezwingerten Vögeln sicherlich nicht im voraus bekannt; der Grund für die Ablehnung liegt offenkundig in Färbung oder Gestalt der Wanzen.

Kontrollversuche bestätigen dies. Die grellfarbige Feuerwanze, *Pyrrhocoris apterus*, wird häufig auf den bloßen Anblick hin verschmäht (obwohl der erwachsenen Wanze der Wanzengestank fehlt); der Leibesinhalt dieser Wanze, unter die Normalnahrung von Vögeln gemengt, wurde von diesen ohne Anstand verzehrt. Andere Insekten, mit dem Leibesinhalt der Wanze bestrichen, wurden verzehrt. Geruch und Geschmack erscheinen sohin nicht als das Schützende. Dagegen wurden sonst gerne gefressene Insekten von Vögeln mit Vorsicht oder Ablehnung behandelt, sobald ihnen ein ähnlich grelles Aussehen gegeben wurde, wie es die Feuerwanze besitzt. Wurden beispielsweise die sonst sehr gern gefressenen *Eurygaster*-Arten mit geruchlosen Wasserfarben grell rot und schwarz bemalt, so wurden sie mit demselben Staunen betrachtet wie *Pyrrhocoris* und blieben wie diese oft eine Zeitlang unverzehrt. Auch grell bemalte Ameisenpuppen u. dgl. wurden so behandelt, wogegen natürlich gefärbte Ameisenpuppen sofort angenommen wurden, auch dann, wenn sie mit sehr stark riechenden und scharf schmeckenden Substanzen (ich verwendete Nelkenöl, Kreolin, Petroleum, Essigäther u. a.) getränkt waren. Es ist somit in der Regel das auffällige, die Vögel befremdende und sie mißtrauisch machende Aussehen, das den Fraß zu verzögern oder für eine Zeit zu verhindern vermag. Auch andere Forscher haben diese Beobachtung des Stutzens der Vögel vor fremden, ungewohnten Färbungen gemacht, und auch aus ihren Beobachtungen ergibt sich, daß die fremde, ungewohnte Färbung ihre fraßverhindernde Wirkung verliert, sobald Gewöhnung eintritt. Ist diese letztere einmal eingetreten, so bildet auch die Färbung kein Fraßhindernis mehr. Es ergibt sich hiernach:

Grellfarbige Insekten werden in einer Mehrheit der Fälle ebensogut verzehrt wie unauffällig ausgestattete. Werden grellfarbige Insekten aber mit zögernder Vorsicht behandelt oder verschmäht, so liegt der Grund hierfür in der Regel nicht in schlechtem Geruch oder in dem Wissen von schlechtem Geschmack (denn die Versuchstiere haben das Insekt früher nicht gekannt und auch im Versuche weder berochen noch gekostet), sondern die Ablehnung erfolgt zumeist nach bloßem Hinsehen aus dem Gefühle der Vorsicht, des Befremdens, Mißtrauens heraus, das alle geistig höher stehenden Tiere einem ihnen fremden, ihnen auffällig Dünkenden entgegenbringen. „Was der Bauer nicht kennt, das ißt er nicht", sagt ein volkstümliches Sprichwort, das zwanglos auch auf die höhere Tierwelt bezogen werden kann. Es ist das Prinzip der Ungewohnttracht, des Misoneismus, des Mißtrauens vor Neuem, das ich andernorts dargelegt und eingehend begründet habe.

Die Erörterungen abschließend, lege ich fest: Insolange wir auf rein anthropodoxischer Basis stehen, die Insektenfresser in bezug auf Geruchs- und Geschmacksurteile als kleine Menschen betrachten und werten, erscheinen die Trutztrachthypothesen zum Teil leidlich begründet (zum Teil nur, denn das Dasein anlockender Wohlgerüche, ferner die den Hypothesen vielfach entgegengesetzte Verteilung der Färbungen usw. bilden auch dann noch bleibende Widersprüche). Sobald wir aber den anthropodoxischen Standpunkt verlassen und die wissenschaftliche Erkenntnis gewinnen, daß mit Menschensinnen nicht über den Tiergeschmack (bzw. über Tausende unter sich völlig verschiedener Tiergeschmacksarten) abgeurteilt werden kann, sondern daß das durch Beobachtung und Versuch empirisch zu ermittelnde Benehmen jedes einzelnen Insektenfressers den

alleinberechtigten Richter in dieser Frage darstellt, dann müssen wir uns entschließen, die einst auf naiv anthropodoxischer Basis aufgerichtete Hypothese, so lieb und vertraut sie uns inzwischen auch geworden sein mag, zu verlassen und aus der Wissenschaft zu weisen.

Die Sprache der Tatsachen ist alleingültig in der Wissenschaft. Hinsichtlich des Ekelgeruchs der Wanzen sagt sie uns, daß derselbe seinen Träger in keiner Weise vor natürlichen Feinden schützt, daß es keinen „Schutzgestank" der Wanzen gibt, daß auf dieser Basis überhaupt kein Platz für eine Hypothese ist. Ob die Stinkdrüsen der Wanzen einen „Zweck" haben, das ist uns, wie so vieles andere, heute noch unbekannt.

Einzelberichte.

Die künstliche Zerlegung von Elementen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

Vor 20 Jahren stellten Rutherford und Soddy die kühne Hypothese auf, die von den radioaktiven Stoffen ausgestrahlte Energie rühre vom Atomzerfall dieser Elemente her. Rutherford und Soddy konnten auch vom Thorium einen stark radioaktiven Stoff, das Thorium X, auf chemischem Wege abtrennen, den das rückständige Thorium immer wieder von neuem nachbildet. In gleicher Weise hatten bereits vorher Crookes und Becquerel beim Uran die fortwährende Neubildung von Uran X unter Aussendung von radioaktiven Strahlen beobachtet. Doch konnten die aus dem zerfallenden Uran oder Thorium entstandenen neuen Stoffe, das UX und das ThX,[1]) nicht in sichtbarer, wägbarer oder spektroskopisch nachweisbarer Menge dargestellt werden; nur durch seine radioaktiven Eigenschaften konnte das in verschwindend geringem Maße gebildete UX und ThX gekennzeichnet werden. 1903 wurde von Rutherford, Becquerel und des Coudres die Ablenkbarkeit der α-Strahlen in starken magnetischen und elektrischen Feldern entdeckt und die Messungen ergaben, daß die α-Strahlen rasch bewegte, positiv geladene Atome des Wasserstoffs oder Heliums sind. Rutherford und Soddy schlossen, daß das Helium wegen seines regelmäßigen gleichzeitigen Vorkommens in Uran- und Thormineralien eines der Zerfallsprodukte der radioaktiven Stoffe ist. Im Juli 1903 machten dann Ramsay und Soddy die denkwürdige Entdeckung, daß die Emanation des Radiums unter der spektroskopisch nachweisbaren Bildung von Helium zerfällt. Dies war eine glänzende Bestätigung für Rutherfords Hypothese vom Atomzerfall radioaktiver Stoffe und war die erste mit den gewöhnlichen Methoden der Analyse beobachtete Umwandlung eines Elementes in ein gut bekanntes anderes. 1909 zeigte Rutherford auf spektroskopischem Wege, daß die α-Strahlen der radioaktiven Stoffe von Heliumatomen gebildet werden und daß daher alle Elemente mit α-Strahlen eine Neubildung von Helium aufweisen. Fajans und Soddy konnten dann im Jahre 1913 mit Hilfe ihrer Verschiebungssätze mit völliger Sicherheit voraussagen, daß das nach wiederholter Abspaltung von Helium entstehende Endprodukt des radioaktiven Zerfalls von Uran, Thorium und Aktinium Blei sein müsse, das aber im Atomgewicht vom gewöhnlichen Blei abweiche. Dies wurde im Jahre 1914 und in der darauf folgenden Zeit glänzend bestätigt, als durch Hönigschmid, Richards und andere sehr genaue Atomgewichtsbestimmungen von Uranblei und Thorblei ausgeführt wurden. Vor 3 Jahren ist es schließlich Rutherford[1]) gelungen, den zu den leichtesten Elementen gehörigen Stickstoff künstlich zum Zerfall zu bringen, indem aus den Stickstoffatomen durch rasche α-Strahlen Wasserstoffkerne abgesplittert wurden.

Trifft ein α-Teilchen von der Masse 4 mit 2 positiven Elementarladungen auf ein Wasserstoffatom von der Masse 1, so muß dieses als Wasserstoffion H+ die 16fache Geschwindigkeit und damit die 4fache Reichweite der stoßenden α Strahlen erlangen. Die angewandten α-Strahlen des Radiums C vermögen eine Luftschicht von 7 cm zu durchdringen. Die Wasserstoffstrahlen, welche durch α-Strahlen von 7 cm Reichweite aus Wasserstoff oder Wasserstoffverbindungen entstehen, durchdringen eine Luftschicht von 29 cm Dicke. Die Wasserstoffstrahlen des Stickstoffs haben jedoch eine Reichweite von 40 cm, so daß ein Teil ihrer Energie aus dem explodierenden Stickstoffatom stammen muß. Dies Ergebnis zeigt, daß diese H-Teilchen nicht von irgendeiner Wasserstoffverunreinigung herrühren können.

Neuerdings berichtet Rutherford[2]) über weitere Versuche zur Zertrümmerung von Elementen durch α-Strahlen. Die Stoffe wurden in Gasform oder in festem Zustand als dünne Schichten mit α Teilchen durchstrahlt. Eine Glimmerplatte, welche in ihrem Bremsvermögen einer 32 cm dicken Luftschicht gleichkommt, hält alle Wasserstoffstrahlen aus etwaigen Verunreinigungen des durchstrahlten Materials von der Beobachtung fern. Die folgende Tabelle enthält in der 1. Spalte das untersuchte Element, die 2. Spalte gibt die

[1]) Nach der damaligen Nomenklatur.

[1]) Naturw. Wochenschr. XIX, S. 30—32, 1920.

[2]) Nature Nr. 2740, S. 584—586; Nr. 2741, S. 601—602 und S. 614—617 (1922).

Form an, in welcher der Stoff mit α-Teilchen des Radiums C durchstrahlt wurde, und die 3. Reihe gibt die Reichweite der abgespaltenen Wasserstoffteilchen in der Luft an.

Li	Li_2O	—
Be	BeO	—
B	Bor	ungef. 45 cm
C	CO_2	—
N	Luft	40 cm
O	O_2	—
F	CaF_2	über 40 cm
Na	Na_2O	ungef. 42 cm
Mg	MgO	—
Al	Al u. Al_2O_3	90 cm
Si	Si	—
P	P (rot)	ungef. 65 cm
S	S u. SO_2	—
Cl	$MgCl_2$	—
K	KCl	—

Bei den Elementen Ca, Si, Mn, Fe, Sn, Cu, Ag und Au wurden keine Wasserstoffteilchen von über 32 cm Reichweite beobachtet. Ob langsamere Wasserstoffkerne abgespalten werden, muß noch untersucht werden. Zunächst scheint es, als ob Elemente, deren Kernladung größer wie 15 ist, durch die α-Strahlen von Radium C nicht zertrümmert werden.

Durch besondere Versuche wurde gezeigt, daß die Energie der raschesten β Strahlen und der γ-Strahlen nicht ausreicht, um Wasserstoffstrahlen aus irgendeinem Element abzuspalten. Die früheren Beobachtungen von J. J. Thomson, Ramsay und anderen Forschern über das Auftreten von Wasserstoff, Helium und den übrigen Edelgasen in Vakuumröhren nach der Kathodenbestrahlung von Elementen sind nach den Untersuchungen Rutherfords unmöglich durch eine Zerlegung oder Neubildung von Grundstoffen zu erklären. Die geringen spektralanalytisch nachgewiesenen Spuren von neu auftretenden Gasen sind Verunreinigungen aus der Glaswand oder aus den Elektroden. So erklärt Rutherford auch eine jüngst aus Amerika gemeldete Beobachtung über das Auftreten von Helium beim Zerstäuben von Wolframdrähten im Hochvakuum.

Eine Anzahl von Versuchen[1]) wurde angestellt, um den Einfluß zu prüfen, den die Geschwindigkeit der einfallenden α-Strahlen auf die Zahl und die Reichweite der abgesprengten Wasserstoffteilchen hat. Im allgemeinen zeigte sich die Reichweite der Wasserstoffkerne der Reichweite der α Strahlen proportional; die Zahl der ausgelösten Wasserstoffkerne nimmt mit der Geschwindigkeit der α-Strahlen rasch zu. So scheinen im Aluminium durch α Strahlen von 5 cm Reichweite keine Wasserstoffteilchen mehr abgelöst zu werden. Die zur Zertrümmerung nötige Minimalenergie soll noch näher festgestellt werden.

Durch die α-Strahlen des Radiums C werden im Aluminium Wasserstoffteilchen abgelöst, deren kinetische Energie 1,4 mal größer ist wie die der einfallenden α-Teilchen und ein Teil der Energie muß daher vom Aluminiumkern selbst geliefert werden. Die Zertrümmerung der Aluminiumatome geschieht nur in äußerst geringem Maße. Ein α-Teilchen des Radiums C geht durch ungefähr 100000 Aluminiumatome; aber nur etwa 2 α-Teilchen von 1 Million kommen dem inneren Kern nahe genug, um ein Wasserstoffteilchen abzuspalten. Die gesammelten α-Teilchen von 1 g Radium ergeben im Jahr 163 cbmm Helium; würden alle diese α-Teilchen in Aluminium geschossen, so könnte in einem Jahr doch nur $^1/_{1000}$ cbmm Wasserstoffgas befreit werden. Diese Menge ist so gering, daß sie mit den gewöhnlichen physikalischen und chemischen Methoden nicht nachgewiesen werden kann.

Ein auffallendes Ergebnis hatte die Untersuchung der im Aluminium ausgelösten Wasserstoffstrahlen in bezug auf die Richtung der einfallenden α-Strahlen. Es traten nämlich von der Rückseite der Aluminiumfolie nahezu ebenso viele Wasserstoffteilchen wie auf der Vorderseite aus. Dies wird durch die Annahme erklärt, daß die Wasserstoffteilchen im Aluminiumatom einen Kreis um den Kern beschreiben, wobei dann die Austrittsrichtung des Wasserstoffkerns nur von seiner Stellung im Augenblick des Zusammenstoßes mit dem α-Teilchen abhängt. Die Abbildung zeigt die Bahn eines rückwärts austretenden Wasserstoffteilchens.

In früheren Versuchen[1]) schienen durch die α-Strahlen des Radiums C im Sauerstoff und Stickstoff Teilchen von der Masse 3 mit 2 positiven Elementarladungen und 9 cm Reichweite befreit zu werden; diese X_3 genannten Teilchen wären dem Helium isotop. Es ist nun sehr interessant, daß neuerdings Rutherford[2]) selbst das Vorkommen solcher X_3-Strahlen in Abrede stellt. Rutherford erklärt, daß die vergleichende Methode der Schätzung der Teilchenmassen nicht länger vertrauenswürdig sei und daß eine sehr große Zahl von Versuchen erforderlich sei, um die Natur der Strahlung endgültig festzustellen. Nach allen anderen Erfahrungen sind die X_3-Atome doch ziemlich sicher Heliumkerne und einstweilen ist Rutherford wenigstens beim Sauerstoff der Nachweis gelungen, daß die „X_3"-

[1]) Phil. Mag. 42, S. 809—825 (1921) nach Phys. Ber. S. 313—314 (1922).

[1]) Naturw. Wochenschr. XX, S. 729 (1921).
[2]) Nature l. c.

Strahlen ihren Ursprung nicht im Gasraume haben, sondern daß sie unmittelbar von der Strahlenquelle, dem Radium C, ausgehen. Die Aussendung von Strahlen mit 9 cm Reichweite stellt also eine bisher unbekannte neue Umwandlungsart des Radiums C dar.

Man darf den weiteren Untersuchungen Rutherfords über die „X_3"-Strahlen mit Interesse entgegensehen und man wird von der Radiochemie noch manche wichtige Aufschlüsse über den inneren Bau und die Beständigkeit der Atome zu erwarten haben. K. Kuhn.

Über die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen.

Die noch immer spärlichen Altertumsfunde vermögen uns nur ein unvollkommenes Bild der Vorzeit zu übermitteln. Namentlich über die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen wissen wir bisher noch nicht allzu viel. Deshalb versucht H. Brockmann-Jerosch in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 62 auch die Volkskunde zur Klärung dieser Frage heranzuziehen. Die alten Sitten und Gebräuche namentlich von Volksteilen in abgelegenen Wohngebieten sind nach ihrer Auffassung als die letzten Reste einstiger primitiver Kulturstufen zu betrachten und deshalb können sie uns auch bis zu einem bestimmten Grade Aufschluß geben über die früheren Verhältnisse.

Mit Hahn u. a. Forschern ist auch Br.-J. der Ansicht, daß sich die Völker im Urzustande weniger von der Jagd als vielmehr von gesammelten Pflanzen ernährten. Allerhand Pflanzenteile, wie Blätter, Knospen, Wurzeln, Knollen wurden gesammelt und dienten als Hauptnahrung. („Sammelstufe".) Auf Grund der alten volkstümlichen Gebräuche besonders der Bewohner abgelegener Alpentäler stellt nun Br.-J. die vermutlich ältesten Nutz- und Kulturpflanzen zusammen. Demnach müssen früher die Mehl- oder Vogelbeeren (Sorbus spec.) viel allgemeiner als menschliche Nahrung gedient haben als heutzutage. Sicherlich wurden diese nutzbaren Bäume auch schon in früher Zeit nicht nur geschont, sondern auch an günstigere Stellen verpflanzt. Der Unterschied zwischen wildwachsenden Nutzpflanzen und Kulturpflanzen verwischt sich hier also noch völlig. Auch die Eiche soll schon recht früh nicht nur ein wichtiger Nutz- sondern auch ein Kulturbaum gewesen sein, da die Eicheln eine wertvolle Mehlnahrung lieferten. Ebenso hätten Buche, Haselnuß und Schlehe zu den ältesten Nutz- und Kulturpflanzen zu gehören. Leicht erklärlich erscheint in diesem Zusammenhange, daß diese für das Leben der Menschen so wichtigen Pflanzen früher als „heilig" galten. Auf die Beschädigung der Eichen war bei den Germanen eine schwere Strafe gesetzt. So bestimmte z. B. das Oberurseler Weistum: „Item es soll niemand Bäume ... schälen, wer das täte, dem soll man sein Nabel aus seinem Bauch schneiden und ihn mit demselben an den Baum negeln und denselben Baumschäler um den Baum führen, so lang bis sein Gedärm alle aus dem Bauche auf den Baum gewunden sein." Die Wertschätzung dieser nutzbaren Laubhölzer kann nicht ohne Einfluß auf das einstige Landschaftsbild geblieben sein.

Wenn die Ansicht von Br.-J. richtig ist, so müssen auch manche unserer Sumpf- und Wasserpflanzen zu den ältesten Nutzpflanzen gezählt werden. Wie stellenweise noch gegenwärtig, so werden auch schon in frühester Zeit die getrockneten Wurzelstöcke des Schilfes und des Fieberklees (*Menyanthes trifoliata*), die jungen Triebe des Rohrkolbens (*Typha*-Arten), die mehlreichen, wohlschmeckenden Samen der Schwaden- oder Mannagrütze (*Glyceria fluitans*), die Früchte der Wassernuß (*Trapa natans*) verwendet worden sein. Wenn aber Br.-J. die einstige weitere Verbreitung der Wassernuß im mitteleuropäischen Waldgebiet auf die Tätigkeit des Menschen zurückführt, so kann man ihr wohl nicht ohne weiteres zustimmen.

Andere Nutzpflanzen sind ehemals Ruderalpflanzen gewesen. Hierher gehören der Gute Heinrich (*Chenopodium bonus Henricus*), dessen Blätter noch heute in der Schweiz zur Spinatbereitung benutzt werden, der Hollunder (*Sambucus nigra*) und der Alpenampfer (*Rumex alpinus*), der mannigfache Verwendung im Haushalt der Alpenbewohner findet, vor allem auch zur Sauerkrautbereitung. Eine besondere Kultur dieser Ruderalpflanzen war kaum nötig. Es genügte vielmehr, wenn sie in der Umgebung der menschlichen Wohnstätten gelegentlich geschont wurden. Daß Unkräuter mitunter Kulturpflanzen werden können, dafür führt Br.-J. als Beispiel u. a. auch den tartarischen Buchweizen (*Fagopyrum tartaricum*) an, der in niederen Gegenden als ein lästiges, schwer auszurottentes Unkraut gilt, in höheren Teilen der Alpen und des Himalaya als geschätztes Getreide angebaut wird.

Das wäre im allgemeinen der Hauptinhalt der gedankenreichen Arbeit. Ohne Zweifel ist der Weg, den Br.-J. hier betreten hat, geeignet, die Frage nach den natürlichen Verhältnissen der Vorzeit zu klären. Zu wünschen wäre freilich, daß die Ergebnisse, die durch diese Arbeitsweise erzielt werden, durch prähistorische Funde bestätigt würden. E. Schalow (Breslau).

Ein neuer xeromorpher Spaltöffnungsapparat bei den Dikotyledonen.

In der Österreichischen Botanischen Zeitschrift, Jahrgang 1922, Nr. 1—3 macht uns A. Mühldorf mit einem neuen xeromorphen Spaltöffnungsapparat bekannt, den er bei einer Nieswurz (*Helleborus niger*) feststellen konnte und der seinesgleichen in der Pflanzenanatomie sucht.

Die Spaltöffnungen, welche sich auch bei *Helleborus niger* nur auf der Blattunterseite finden, sind in der Flächenansicht fast kreisrund

und heben sich kaum über die Nachbarzellen empor. Der Vorhof ist in der Regel mit einer körnigen Masse angefüllt, die sich mit Alkannin färbt. Diese Erscheinung ist auch bei anderen *Helleborus*-Arten anzutreffen, Wodurch sich der Spaltöffnungsapparat von *Helleborus niger* aber besonders auszeichnet, das sind die 8—10 zähnchenartigen Leisten, die sich an den Wänden der Spaltöffnung von der Zentralspalte an zeigen und die nach innen zu immer kleiner werden. Diese Leisten passen wie die Zähne zweier Zahnräder genau ineinander, so daß eine recht innige Verbindung der Schließzellen und ein vorzüglicher Abschluß gegen die Außenluft erzielt werden kann. Sicherlich kommt diese Einrichtung der immergrünen Pflanze besonders im Winter zustatten, wenn die Wasseraufnahme aus dem Boden infolge des Frostes bedeutend erschwert ist. Auffällig bleibt es nur, daß diese abweichenden Spaltöffnungen früheren Untersuchern (Haberlandt, Schwendener, Koernicke u. a.) entgangen sind. E. Schalow, Breslau.

Bücherbesprechungen.

Hertwig, R., Lehrbuch der Zoologie. 8. verm. u. verbess. Aufl. XIV u. 682 S. mit 588 Abb. im Text. Jena 1922, G. Fischer. — Brosch. 100 M., geb. 130 M.

Im wesentlichen sind es drei Lehrbücher, welche bei uns dem Studierenden das Eindringen in das Gebiet der Zoologie erleichtern sollen, die Lehrbücher von Boas, von Claus und Grobben, und von Hertwig. Jedes in seiner Art sehr charakteristisch, legt Boas den Hauptwert auf die Herausarbeitung von Organisationstypen, Claus-Grobben bietet eine möglichst reichhaltige enggedrängte Stoffübersicht, Hertwig aber versucht mehr, eine gewisse Beziehung zwischen dem Studierenden und seinem Lernstoff zu schaffen.

Es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn man „den Hertwig" erst besonders charakterisieren wollte. Die meisterhafte Form, in welcher dem Leser spielend die wichtigsten Tatsachen eines großen Gebietes vorgeführt werden, haben das Lehrbuch ja lange zum weitaus verbreitetsten gemacht, und besonders dem jungen Mediziner gehört es wohl zum selbstverständlichen Rüstzeuge. Die neue Auflage berücksichtigt auch in Einzelheiten weitgehend die Literatur der letzten Jahre, soweit ihre Resultate für den Rahmen des Lehrbuches in Betracht kommen.

Nur an einigen Stellen ist der frühere Standpunkt gewahrt worden, wo eine Änderung am Platze gewesen wäre. Unzweckmäßig erscheint Ref. beispielsweise, daß, aus sonst wohl verständlichen Gründen der Übersichtlichkeit, bei den Insekten eine zu weitgehende Zusammenfassung in Sammelgruppen beibehalten wurde. Die Archiptera enthalten so heterogene Komponenten, daß sie zerlegt werden müssen; sind doch Odonaten und Ephemeriden Gruppen, welche den übrigen Ordnungen zum mindesten gleichwertig zu achten sind. Abgesehen von solchen Einzelheiten, die in künftigen Auflagen vielleicht verschwinden können, hält das Werk vollkommen die Höhe der früheren Auflagen. Eine besondere Verbreitung ihm erst zu wünschen, erscheint überflüssig, da es sich seinen Weg wie bisher selbst schaffen wird. Prell (Tübingen).

Newman, H. H., The biology of twins (mammals). The University of Chicago Press, Vol. VI, 1917, X + 186 p., Frontisp. + 55 Fig 1,50 Dollar.

Der Verf. versucht in gemeinverständlicher Form einen Überblick über das Wesen der Zwillingsbildungen bei Säugern zu geben. Zu dem Zwecke wird zwischen fraternalen oder dizygotischen, also mehreiigen, Zwillingen und den „duplicate Twins" oder monozygotischen, also eineiigen, Zwillingen unterschieden. Monozygotische Zwillinge kommen beim Menschen in etwa $^1/_4$ aller Zwillingsgeburten vor, wozu noch die überwiegende Mehrzahl der teratologischen Doppelbildungen hinzutreten würde. Über die Genese derartiger eineiiger Zwillinge ist direkt kaum etwas zu ermitteln. Den einzigen gangbaren Weg bildet das Studium von Tieren, bei welchen dieses Verhalten regelmäßig auftritt, und das gilt für einige Gürteltiere. Bei dem texanischen *Dasypus novemcinctus* hat Verf. in Gemeinschaft mit anderen Forschern ausgiebige Studien angestellt und gibt an der Hand neuer, hervorragend übersichtlicher Schemata einen Überblick über seine entwicklungsgeschichtlichen Resultate. Während hier normalerweise stets Vierlinge geworfen werden, bringt der argentinische *D. hybridus* 7—12, vorwiegend 8 Junge bei jedem Wurf hervor, deren monozygotische Entstehung im Anschluß an Fernandez behandelt wird. Im Gegensatze dazu sind die Zwillinge des argentinischen *Euphractus villosus* stets zweieiig, also den Wurfgeschwistern etwa bei Hunden gleichzuachten, obwohl sie ein gemeinsames Chorion besitzen. Theoretisch kann die Polyembryonie der *Dasypus*-Arten als Blastotomie, als Knospung oder als Teilung betrachtet werden. Echte Blastotomie liegt nun sicher nicht vor, da keineswegs jeder der vier Embryonen bei *D. novemcinctus* aus je einem Blastomer hervorgeht, sondern erst viel später nach Ablauf der Gastrulation. Knospung leuchtet wenig ein, weil man die Gastrula nur ungern als agame Eltergeneration oder Stock betrachten wird. Teilung im üblichen Sinn läßt sich nach den ontogenetischen Vorgängen kaum vertreten. Eine neue Definition der Teilung ermöglicht dann die Ein-

ordnung bei dieser. — Auch bei Rindern kommen gelegentlich Zwillinge vor, sehr selten monozygotisch, meist dizygotisch und monochorial. Bei ungleichgeschlechtigen Zwillingen ist es nun bekannt, daß neben einem Stier entweder eine Kuh oder ein Zwitter geboren wird. Die Untersuchungen Lillies, welche den zweiten Fall auf hormonale Beeinflussung infolge der Verschmelzung der Choriongefäße beider Embryonen zurückführten, werden wiedergegeben; Kellers entsprechende Beobachtungen sind dem Verf. anscheinend entgangen. — Angesichts der zygotischen Geschlechtsbestimmung bei Säugern sind monozygotische Zwillinge stets gleichgeschlechtig. Wohl zu beachten ist aber, daß Geschlechtsdifferenzierung auch unabhängig davon später hormonal bedingt sein kann. — Die Neigung zur Zwillingsproduktion als solcher ist nach Beobachtungen am Schaf erblich. Ausgiebig wird dann über spezielle Vererbungserscheinungen bei Gürteltieren berichtet, wobei allerdings zum Vergleich nur Mutter und Kinder herangezogen werden können. Die Resultate erscheinen Ref. recht unsicher. Unregelmäßigkeiten des Panzers scheinen als Tendenz vererbt zu werden, jedoch ohne besondere Lokalisation. Da die vier Geschwister einem Klon angehören und doch verschieden sind, wird „somatic segregation" der elterlichen Anlagen angenommen. Vergleiche mit den Verhältnissen bei menschlichen Zwillingen beschließen diese Erörterungen. — Das reiche Tatsachenmaterial macht das Buch zu einer sehr lesenswerten und recht wertvollen Einführung in ein interessantes Gebiet, wenn man auch den theoretischen Erörterungen des Verf. nicht stets folgen wird.

H. Prell, Tübingen.

Coulter, J. H., The Evolution of Sex in Plants. The University of Chicago Science Series, Vol. I. IInd Impress. 1916, X + 140 S. Preis in Ganzleinen geb. 1,25 Dollar.

Die ursprüngliche, zahlenmäßig überwiegende Fortpflanzungsweise der Pflanzen ist die ungeschlechtliche Fortpflanzung (I). Sie führt von einfacher Zellteilung zur Sporenbildung und weiter zum Auftreten von allerlei Komplikationen bei der Sporenbildung. Die Entstehung der Geschlechtlichkeit (II) erfolgt dann, wenn solche Sporen als Gameten fungieren, also zur Bildung ruhebedürftiger Zygoten verschmelzen. Durch nachträgliche Rückgängigmachung der hierbei entstehenden Chromosomenverdoppelung durch eine Reduktion entsteht ein Phasenwechsel. Eine Spezialisierung der Geschlechter (III) führt dabei von Isogametie zur Anisogametie unter Wahrung des Entstehens eines fortpflanzungsfähigen Individuums als Hauptzug. Fortschreitende Entwicklung der Sexualorgane (IV) läßt sich besonders bei den Algen verfolgen, von der einfachen Umwandlung vegetativer Zellen in Gameten beginnend bis zur Bildung hochkomplizierter Gametangien. Die Pilze zeigen demgegenüber wieder eine fortschreitende Reduktion, wie das ähnlich auch für die Phanerogamen gilt. Das Vorkommen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung nebeneinander bedingt dann einen Generationswechsel (V) zwischen Gametophyt und Sporophyt, bei dem anfangs der erstere, dann der letztere überwiegt. Im engsten Zusammenhang damit steht die Differenzierung der sexuellen Individuen (VI), vom Gameten allmählich über den Gametophyten zur Spore, und weiter auch über den Sporophyten sich ausdehnend, wobei viele Komplikationen zu berücksichtigen sind. — Parthenogenese (VII) als Entwicklung eines Eies ohne Befruchtung zum Sporophyten wird mehr anhangweise behandelt. Durch Nichtberücksichtigung der Marchalschen Moosversuche und Beibehaltung der Theorie von der doppelten Kopulation bei Ascomyzeten verliert der Abschnitt an Wert. — Zum Schluß wird der Versuch gemacht, zu einer Theorie des Geschlechts (VIII) zu gelangen. Da die kausalen Definitionen einer Zelle als Geschlechtszelle, Beweglichkeit, geringe Größe, Befruchtungsbedürftigkeit, versagen, wird ein Gamet final definiert als eine unter dem Einfluß gehemmten Stoffwechsels entstehende Zelle, welche nach Fusion mit einer anderen zur Bildung eines neuen Individuums führt. Aufgabe dieser Fusion, also der Sexualität als solcher, ist aber die Erweiterung und Beschleunigung der organischen Evolution.

Das Büchlein als Ganzes will weniger Neues bringen, als Bekanntes neu darstellen. Dabei zeichnet es sich durch hervorragend klare und übersichtliche Entwicklung eines überall festgehaltenen Gedankenganges aus, so daß es auch für weitere Kreise biologisch interessierter Leser durch seine große Überzeugungskraft von erheblichem Werte sein dürfte. Prell, Tübingen.

Pietzsch, Kurt, Die geologische Literatur über den Freistaat Sachsen aus der Zeit 1870—1920. Veröffentlichungen der Geologischen Landesuntersuchung von Sachsen. Leipzig 1922.

Als erste Veröffentlichung der Sächs. Geologischen Landesuntersuchung erschien 1874 die von A. Jentzsch bearbeitete Zusammenstellung der „Geologischen und mineralogischen Literatur des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Landesteile von 1835—1873".

Nunmehr ist, gewissermaßen als Fortsetzung dieser ersten, eine zweite vollständige Zusammenstellung der über Sachsen vorliegenden geologischen und mineralogischen Literatur erschienen, die die Jahre 1870—1920 umfaßt. K. Pietzsch hat sich in sehr dankenswerter Weise dieser umfänglichen Arbeit unterzogen. Die nicht eben leichte Aufgabe, in die sehr beträchtliche wissenschaftliche Literatur dieser 50 Jahre Ordnung zu

bringen, ist in glücklicher und übersichtlicher Weise gelöst. Die „Geologische Literatur Sachsens" wird die wissenschaftliche Weiterarbeit sehr erleichtern. Sie zeigt klar den Einfluß, den die Geologen und Mitarbeiter der Landesuntersuchung auf die Entwicklung der Kenntnisse des heimatlichen Bodens ausgeübt haben. Ebenso spiegelt sich in ihr die allgemeine Entwicklung der geologischen Wissenschaft, der Wechsel in den Fragestellungen und in der Auswahl der am eingehendsten behandelten Stoffe deutlich wieder.

Krenkel.

Vageler, P., Bodenkunde. Zweite völlig umgearb. Aufl. Sammlung Göschen, 1921.

Die „Bodenkunde" gibt zunächst die Entstehung der Böden (Allgemeine Übersicht; bodenbildende Gesteine, Pflanzen- und Tiergemeinschaften; die bei der Bodenbildung wirksamen Kräfte), die gegenwärtige Verteilung der Bodenarten auf der Erde und die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens. Weiter werden besprochen die Beziehungen des Bodens zur Lebewelt, und zwar der Boden als Vorbedingung der Verteilung der natürlichen Pflanzen- und Tierwelt und als Vorbedingung der Landwirtschaft und damit der Verteilung der landwirtschaftlichen Kulturgebiete der Erde. Den Schluß bildet die Bewertung der Böden durch die landwirtschaftliche Praxis.

Die ganze Darstellung ist auf durchaus modernen Anschauungen aufgebaut und wissenschaftlich trefflich und klar. Doch scheint es, als ob die gedrängte Kürze, mit der nicht immer einfache Probleme der Bodenkunde gebracht werden, hin und wieder nur auf Kosten der Verständlichkeit für den weniger Eingeweihten erreicht ist.

Nicht einwandfrei ist der Abschnitt über die bodenbildenden Gesteine; er bedarf dringend der Umarbeitung.

Krenkel.

Schröter, C., Die Aufgaben der wissenschaftlichen Erforschung in Nationalparken. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 1, Heft 2. Berlin und Wien 1922, Urban u. Schwarzenberg.

Auch Schröter bietet nichts über die Methoden dieses Arbeitsgebietes, begründet aber seine dem Titel des „Handbuchs" nicht entsprechenden Ausführungen mit folgenden Worten: „Da die speziellen Methoden der wissenschaftlichen Untersuchung hier die allgemein gebräuchlichen sind, erblicke ich meine Aufgabe nicht darin, hier die biologischen und anderen Untersuchungsmethoden zu beschreiben, sondern darin, ein Untersuchungsprogramm aufzustellen, welches den eigenartigen Bedingungen, die in der Ungestörtheit der Naturschutzgebiete liegen, besonders Rechnung trägt." Dann wird „Naturschutzgebiet" definiert und sein Zweck dargelegt; über den Umfang des Schutzes und den Umfang des Gebietes; über die wissenschaftliche Bedeutung dieser Bestrebungen und endlich über die speziellen Aufgaben der wissenschaftlichen Beobachtung in Naturschutzgebieten gesprochen. Schröter gibt nur drei größere Gebiete an, die nach einheitlichem Plan gründlich erforscht oder in der Erforschung begriffen sind: das Plagefenn bei Chorin in der Mark, das Sarekgebiet in Schwedisch-Lappland, den Schweizerischen Nationalpark im Unter-Engadin.

Hubert Winkler, Breslau.

Behrmann, Prof. D. W., Im Stromgebiet des Sepik. Eine deutsche Forschungsreise in Neu-Guinea. Mit 101 Textabbildungen und einer Karte. Berlin 1922, A. Scherl. 80 M.

Der Verf. gehörte als Geograph einer Expedition an, die im Jahre 1912 vom Reichskolonialamt nach Neu-Guinea gesandt wurde. Sie wurde von Stollé geführt und hatte die Aufgabe, das Stromgebiet des Kaiserin-Augusta-Flusses, der an seiner Mündung den inländischen Namen Sepik trägt, zu durchforschen. Dieser Fluß, der ungefähr die Länge des Rheines hat, aber erheblich größere Wassermengen führt, wurde zuerst 1886 und 1887 von Schrader bis weit in seinen Oberlauf hinauf befahren und auch später, wenn auch nur in seinem Unterlauf berührt, so von der Hamburger Südsee-Expedition. Man gewann damals Kenntnis von der Bevölkerung unmittelbar am Flußufer und ihrer hochstehenden Kultur, das von dichtestem Wald bedeckte Land blieb dagegen ein Geheimnis. Selbst die im übrigen so erfolgreiche, zum Zwecke der Festlegung der deutsch-holländischen Grenze 1910 ausgesandte Expedition unter Leonhardt Schulze hatte sich, den Sepik bis zum Oberlauf verfolgend, nur hier im Gebiet des Grenzmeridians flächenhaft ausgebreitet und das Land erkundet. So war eigentlich im wesentlichen nur die Küstenlinie und der Lauf des Sepik bekannt, der größte Teil des Binnenlandes, namentlich die Gebirgssysteme südlich des Flusses, gänzlich in Dunkel gehüllt. Während etwas später im Jahre 1913 Thurnwald an zwei Stellen nach Norden bis zur Küste vorstieß, stand der Verf. vor der Aufgabe, an möglichst vielen Stellen vom Sepik nach Süden vorzudringen, um die Bodenbeschaffenheit zu erkunden. Das war mit großen Schwierigkeiten verbunden, da der Sepik von ausgedehnten Sümpfen umsäumt ist und das Land unabsehbar weit unter ungeheuren Wäldern begraben liegt. Der Verf. schildert nun einem größeren Publikum in einer frischen Weise, auf die noch ein Abglanz der ersten Entdeckerfreude fällt, wie sich die Expedition von ihrem Standlager in Malu aus auf zahlreichen Zügen durch Sumpf und Wald in das Innere des Landes hineinarbeitete und was sie erschaute und erlebte. Dies im einzelnen wiederzugeben, ist nicht am Platze.

Man folgt dem Verf. dauernd mit größtem Anteil, und auch der Leser, welcher sich gerne spannen läßt, findet genug Szenen und Begebenheiten von romantischem, ja abenteuerlichem Reiz.

Von den Ergebnissen sei nur hervorgehoben, daß es dem Verf. gelang, das Rückgrat der Insel, die zentrale Wasserscheide zu erreichen, daß neben anderen ein wichtiger Seitenfluß des Sepik, der Töpferfluß, entdeckt und festgelegt wurde, der sich in seinem Oberlauf bis auf wenige Kilometer dem zweiten bedeutenden Flusse unserer ehemaligen Kolonie, dem Ramu, nähert. Erwähnenswert ist noch die geschickte Art, wie die Expedition mit den Inländern in Verbindung trat. Trotzdem die Mehrzahl nie oder nur sehr selten einmal mit Fremden in Berührung gekommen war und oft eine feindselige Haltung zeigte, gelang es fast immer, durch besonnenes Auftreten die Bevölkerung zu beruhigen und zu gewinnen und Zusammenstöße zu vermeiden. Man möchte, wenn das nicht ein frommer Wunsch wäre, dem Buche viele aufmerksame Leser in jenen Ländern wünschen, die sich nicht genugtun konnten in der gehässigsten Beschimpfung deutscher Kolonialtätigkeit. Der deutsche Leser möge aber auch aus diesem Buche das erhebende Bewußtsein von den großen Leistungen deutscher Forscher und Pioniere in Übersee schöpfen, die nicht vergebens bleiben werden — wenn wir sie nicht vergessen! Miehe.

Strömgren, E., Astronomische Miniaturen. Übersetzt von Bottlinger. 87 S. m. 14 Abb. Berlin 1922, J. Springer. 36 M.

Jedem Liebhaber der Sternkunde, der sich über die neuesten Forschungen namentlich auf dem Gebiete der Fixsternwelt belehren will, kann die kleine Schrift als Ergänzung größerer Werke älteren Datums warm empfohlen werden. Nach einem Kapitel über die Kometen und Meteore, in dem die Erkenntnis, daß diese Körper dem Sonnensystem angehören, begründet wird, folgt ein kurzer Abschnitt über die Sonne; der Hauptinhalt des Büchleins bezieht sich jedoch auf die Fixsterne. Es werden die neueren Begriffe Parsek, absolute Größe erklärt, die der Sonne benachbarten Fixsterne werden in ihrer Lage zu derselben bildlich dargestellt, die Beziehung zwischen Eigenbewegung, Radialgeschwindigkeit, Entfernung und Bewegungsrichtung erläutert, die zur neueren Entfernungsbestimmung von Sternströmen (z. B. Hyaden) führt. Nachdem ein weiterer Abschnitt die Sternspektren und ihre Beziehung zur absoluten Helligkeit und Parallaxe gestreift und die verschiedenen Methoden der Sternparallaxenbestimmung übersichtlich zusammengestellt hat, sucht Verf. schließlich von der sehr interessanten, aber schwer verständlichen Methode Michelsons zur Messung kleiner Winkelabstände am Himmel und scheinbarer Fixsterndurchmesser durch Interferenzerscheinungen einen Begriff zu geben. Das letzte Kapitel endlich entwirft die gegenwärtige Lehre der Sternentwicklung vom riesigen, noch kühlen Gastern, der sich mehr und mehr kontrahiert, zum heißen, weißen Stern und schließlich zum wieder abgekühlten, roten Zwergen und die neueste Vervollkommnung dieser Theorie durch Eddington, die zu sehr bemerkenswerten Ergebnissen über die Grenzen, zwischen denen die Massen der Fixsterne eingeschlossen sind, geführt hat. — Das sachlich mit diesen sublimen Forschungen in gar keinem Zusammenhang stehende, auf Seite 38 eingeschobene Kapitel über die Berechnung von Wochentagen beliebiger Daten hätte besser fortbleiben können. Kbr.

Literatur.

Oltmanns, Friedrich, Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. I. Text. Herausgegeben vom Badischen Schwarzwaldverein 1922.

Oltmanns, Friedrich, Das Pflanzenleben des Schwarzwaldes. II. Bilder und Karten. Herausgegeben vom Badischen Schwarzwaldverein 1922.

Klinckowström, C. von, Die Wünschelrute als wissenschaftliches Problem. Mit Anhang: Geophysikalische Aufschlußmethoden. Stuttgart '22, Konrad Wittwer. 18 M.

Wissenschaft und Bildung 175: Wolff, Dr. Ferd. von, Einführung in die allgemeine Mineralogie, Kristallographie, Kristallphysik, Mineralchemie. Leipzig '22, Quelle & Meyer. Geb. 24 M.

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim-Ruhr. Fischer-Schrader, 2. Aufl. Entstehung und chemische Struktur der Kohle. Essen '22, W. Girardet. Geh. 20 M. und 10 % Teuerungszuschlag.

Fischer-Geistbeck-Wagner, Erdkunde für höhere Lehranstalten. Einheitsausgabe. 1. Teil: Heimatkunde als Zusammenfassung des Beobachtungsunterrichts. Deutsche Landschaften. München-Berlin '22, R. Oldenbourg. 16 M.

Bergens Museums Aarbok 1920—1921. 1. Heft: Naturvidenskabelig Raekke. Bergen '22, A. S. John Griegs Boktrykkeri Og. N. Nilssen & Søn.

Jäggli, Dr. Mario, II. Delta della Maggia e la sua vegetazione. Zürich '22, Rascher & Co. 7 Fr.

City of New York American Museum of Natural History 1869—1921. Fifty-Third Annual Report for the Year 1921.

Sammlung Göschen 383: Werner, Prof. Dr. Franz, Das Tierreich. III. Reptilien und Amphibien. 1. Band: Reptilien. Berlin-Leipzig '22, Vereinigung wissenschaftl. Verleger. 12 M.

Inhalt: W. Goetsch, Beiträge zur Relativität der Individuen. (3 Abb.) S. 553. Fr. Heikertinger, Die Stinkdrüsen der Wanzen in ihrer Bedeutung als Schutzmittel. S. 558. — **Einzelberichte**: Rutherford, Die künstliche Zerlegung von Elementen. (1 Abb.) S. 562. Brockmann-Jerosch, Über die ältesten Nutz- und Kulturpflanzen. S. 564. A. Mühldorf, Ein neuer xeromorpher Spaltöffnungsapparat bei den Dikotyledonen. S. 564. — **Bücherbesprechungen**: R. Hertwig, Lehrbuch der Zoologie. S. 565. H. H. Newman, The biology of twins (mamals). S. 565. J. H. Coulter, The Evolution of Sex in Plants. S. 566. K. Pietzsch, Die geologische Literatur über den Freistaat Sachsen aus der Zeit 1870—1920. S. 566. P. Vageler, Bodenkunde. S. 567. C. Schröter, Die Aufgabe der wissenschaftlichen Erforschung in Nationalparken. S. 567. W. Behrmann, Im Stromgebiet des Sepik. S. 567. E. Strömgren, Astronomische Miniaturen. S. 568. — **Literatur**: Liste. S. 568.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 15. Oktober 1922. | Nummer 42.

Theoretische Erwägungen über die Entstehung der Alterserscheinungen und des Todes.

[Nachdruck verboten.]

Von **Theodor Koppányi.**

Wenn wir es unternehmen das Problem des Todes zu diskutieren, so müssen wir vor allem einig sein, was wir eigentlich unter Tod zu verstehen haben. Und gleich bei der begrifflichen Begrenzung des Todes bieten sich nicht geringe Schwierigkeiten dar. Daß der Tod ein Aufhören des Lebens bedeutet, das wissen wir alle. Die Lebewesen sind stationäre (im Gegensatz zu den stabilen) Systeme, die die Eigenschaften der Ernährung, des Wachstums, der Fortpflanzung, der Bewegung, der Reizbarkeit und der Regulation aufweisen. Morphologisch aber können diese Systeme aus einer oder aus mehreren Lebenseinheiten, d. h. Zellen bestehen. Es kann daher vorkommen, daß in einem mehrzelligen System einige Zellen den Zusammenhang mit dem Zellenkomplex verlieren und allmählich alle Eigenschaften verlieren, die der lebenden Zelle zukommen. Diese Zellen sterben ab, sie werden nekrotisch. Die Erscheinung kann als Zelltod bezeichnet werden. Allgemein bekannt ist die Erscheinung, daß an vom Arzt als tot bezeichneten Menschen die Zellen in ziemlich großer Anzahl noch lange überleben und dann erst serienweise ihre Funktionsfähigkeit einbüßen. Es gibt also einen Zelltod im lebendigen Einzelwesen und Zelleben nach dem Tode des Einzelwesens. Daraus geht hervor, daß der Tod nur dann eintritt, wenn der Organismus aufhört ein der Außenwelt gegenüber handelndes Wesen zu sein. Ein abgegrenztes der Außenwelt gegenüberstehendes Lebewesen wird in der Biologie als Individuum bezeichnet, daher ist der Tod nur im Sinne des individuellen Todes zu gebrauchen. Bei den vielzelligen Tieren ist der Tod mit der Anwesenheit einer Leiche verknüpft, da nur wenige Zellen, wenige Keimprodukte, aus dem zum Zerfall bestimmten Zellstaate gerettet werden können. Bei den Einzelligen kann das Vergehen sich darin bekunden, daß die Protistenzelle sich in zwei Tochterzellen teilt. Sei der Tod im Zurückbleiben einer Leiche oder in Zellteilung ausgedrückt, immerhin handelt es sich um ein Aufhören der bisherigen Individualität. Ein Individuum ist nicht teilbar, das wissen wir erfahrungsgemäß. Mit dem extrauterinären Leben des Kindes haben die Eltern ja gar keine Gemeinschaft, und genau so muß es sich verhalten mit der Protistenmutterzelle. Wenn Doflein daher sagt, daß der Tod der Protisten nur ein logischer Tod, der mit der Naturwissenschaft gar nichts zu tun hat, kein harter, bitterer Tod ist, da er die Leiche vermißt, so müssen wir antworten, daß Tod und Zelltod nicht identisch sind. Das ist ja mit der Homologie der Fortpflanzung und der Möglichkeit von in vitro-Kulturen genügend erklärt.

Wenn wir über die kausale Erforschung des Todes berichten wollen, so versteht es sich von selber, daß es sich da nicht um die Ursachen des traumatisch-gewaltsamen oder durch eine Krankheit hervorgerufenen Tod handeln kann, bei dem die Ursachen von Fall zu Fall gegeben, verschieden und uns teilweise bekannt sind. Tod heißt bei uns natürlicher Tod, welcher durch einen vorbereitenden Alterungsvorgang eingeleitet wird. Es wird auch behauptet, es gebe keinen natürlichen Tod, da es kein Altern gibt, das nicht mit gewissen Krankheiten identisch wäre. Unser natürlicher Tod wäre demnach ein gewaltsamer, durch Krankheit bedingter Tod. Wenn wir unter Krankheit eine funktionelle Abnormität des Organismus verstehen, so ist das Altern gewiß krankhaft, wenn es nicht wäre, so könnte man es von der Jugend gar nicht unterscheiden und führte nicht zum Tode. Für die Funktionsabnormitäten des Alterns ist eben das charakteristisch, daß die bei verschiedenen Tiergruppen in verschiedenen konstanten Zeitpunkten in stets demselben Bild erscheinen und praktisch in gleicher Weise den Tod herbeiführen. Ja es gibt ganz objektive Merkmale des alternden Organismus. Man kann ja bekanntlich einzelne vom Organismus entnommene Gewebe in verschiedenen Körperflüssigkeiten dauernd am Leben erhalten, ja sogar zum Wachstum reizen. Nun beobachtete Carrel, daß in den zum Nährboden dienenden Körperflüssigkeiten die Gewebe schneller wachsen, wenn der Körperflüssigkeitsspender jung, und langsamer, wenn er alt war. Strudelwürmer können nach Child in verdünnter Alkohollösung gedeihen. Junge Individuen gewöhnen sich eher an Alkohol als alte Exemplare. Wiederherstellungsprozesse verlaufen in jungen Individuen viel rascher und günstiger als in alten. Wir müssen also den natürlichen Tod als ein Endprodukt des Alterns auffassen und annehmen, daß die Ursachen der beiden Phänomene identisch sind.

Jeder Organismus ist mehr oder weniger ein höchst kompliziert differenziert-integriertes System. Im Bereiche dieses Systems hat jedes Organ seine bestimmte Rolle, und es wäre nicht denkbar, daß der Organismus als Ganzes betrachtet werden

könnte, wenn es zwischen den Teilen des lebenden Körpers keine Harmonie gäbe. Im lebenden Körper herrscht Harmonie, die einzelnen Teile sind einander korreliert, es besteht im Organismus eine bewundernswerte Korrelation. Wir haben erwähnt, daß der Zelltod, also das Absterben einzelner Teile im lebenden Körper, von der richtigen Fassung des Todesbegriffes ausgeschaltet werden muß. Es besteht also nur die Möglichkeit, den Organismus als Ganzes, als ein Korrelat vom Standpunkt des Todesproblemes aufzufassen, ein Gedanke, auf den schon Goette hingewiesen hat. Die Korrelation bedarf verschiedener Bahnen, die diese bewirken. Es gibt eine physikalische Korrelation, geleistet durch das Nervensystem, und eine physikalisch-chemische, geleistet durch die Zirkulation. Mit der dritten und wichtigsten Form, der rein chemischen, werden wir uns später beschäftigen. Ich möchte gleich hier meine Erklärung für die Todesursachen geben und dann erst die Beweise und den erklärenden Wert der Hypothese besprechen. Diese Erklärung ist sehr naheliegend, fast selbstverständlich; wenn die organische Korrelation aufhört, so hört auch der Organismus als Korrelat, als harmonisches System auf. Einzelne Teile können noch überleben, aber nicht im Zusammenhange mit anderen Organen, der Organismus hört auf ein Individuum zu sein. Also tritt der Tod ein.

Wenn die Zirkulationseinrichtungen, die die physikalisch-chemische Korrelation bewirken, versagen, was infolge eines Aderlasses bei einem Tier geschehen kann, und wenn die anderen korrelativen Bahnen intakt sind, so verursacht dieser Eingriff nicht den Tod des Versuchstieres. (Zumindest nicht infolge ihrer korrelativen Tätigkeit.) Wenn rechtzeitig die gesamte Blutmenge des Tieres mittels Transfusion nicht defibrinierten Blutes ersetzt wird, so erholt sich das Tier. Ribbert hat in einer geistvollen Abhandlung den Tod als Gehirntod bezeichnet, d. h. der individuelle Tod beginnt dann, wenn die Gehirntätigkeit aufhört. Nach unserer Auffassung liegt hier ein Versagen der physikalischen Korrelation vor. Ich verkenne keineswegs die Bedeutung, von der die Nerventätigkeit für die Individualität ist, doch glaube ich, daß bei der Beurteilung der Ausfallserscheinungen des Nervensystems besonders aber des Gehirnes, wie überhaupt der angeblichen Zentren für den Tod eine Überschätzung vorliegt. Vor allem könnte dieser Satz nur für die Wirbeltiere gültig sein, da bei den Wirbellosen das Gehirn bzw. das Zerebral- oder Oberschlundganglion nicht lebenswichtig ist. Dies haben besonders die ausgezeichneten Untersuchungen Bethes bei den Arthropoden gezeigt. Aber auch für die Wirbeltiere kann der Ribbertsche Satz keine Gültigkeit beanspruchen. Meine noch unpublizierten Versuche ergaben, daß die Tritonen ohne Gehirn lebens-, ja bewegungsfähig sind. Das Psychische muß natürlich bei der Beurteilung der Todesfrage wegfallen, da wir auch ein Tier ohne assoziatives Gedächtnis als lebend bezeichnen müssen, da doch auch ein großhirnloser Hund lebt. Da wir Ichgefühle nur dem Menschen zuzuschreiben berechtigt sind, müssen derartige Erwägungen aus dem Spiele gelassen werden. Andererseits aber ist das Gehirn nicht gar so empfindlich wie es Ribbert meint. Mit Beihilfe der günstigen Versorgung kann man ja die schon eingestellte Tätigkeit des Gehirnes wieder zum Aufleben bringen. Die Versuche von Guthrie und seinen Mitarbeitern haben gezeigt, daß, wenn man Hunde derart enthauptet, daß die Gehirne keinen Moment lang ohne Zirkulation bleiben, nach dem Eingriff die Atembewegungen und die Cornealreflexe des abgetrennten Kopfes erlöschen. Fünf Minuten später traten Atembewegungen am Kopfe auf und auch Reflexe der Hornhaut. Nach weiteren drei Minuten konnten die Experimentatoren Bewegungen der Lider feststellen, nach 22 Minuten löste ein in das Maul gestecktes Fleisch Schluckbewegungen aus. Nach einer halben Minute waren diese Reflexe jedoch nicht mehr zu konstatieren.

Wir können also die Zirkulation ebensowenig wie das Gehirn für den Tod verantwortlich machen. Die Ausfallserscheinungen derselben sind meist sekundäre Todesursachen. Man könnte z. B. nicht die Altersdegeneration des Wirbellosengehirnes für den Tod verantwortlich machen, wenn das Tier ohne Gehirn weiterleben kann.

Gibt es noch einen Typus der Korrelation? Ja, und zwar eine solche, die auf chemischem Wege zustande kommt. Es gibt in den tierischen Organismen Gebilde, welche äußerst spezifische Reizstoffe, sog. Hormone produzieren und mit diesen Stoffen Einflüsse auf andere Organe und auf den ganzen Organismus ausüben, daher erhalten sie eminent wichtige Wechselbeziehungen zwischen den Teilen des Organismus aufrecht. Wir müssen aber diesen hormonproduzierenden Organen, den Blutdrüsen, noch eine wichtige Funktion zuschreiben. Die Blutdrüsen sind ausschlaggebend für die Entwicklung und das Wachstum der organischen Formen. Sie sondern Reizstoffe ab, welche die Entfaltung somatischer Merkmale direkt hervorrufen können. Daher kann man manche von ihnen als wahre Wachstumsdrüsen bezeichnen. Wir werden noch Gelegenheit haben diese Wirksamkeit näher zu besprechen. Jetzt müssen wir uns aber mit dem Zusammenhange der Wachstumsprozesse im allgemeinen beschäftigen. Unter Wachstum verstehen wir generell die Zunahme der lebenden Substanz. Daß die Einfuhr und Verarbeitung fremder Stoffe und Energien zum Wachstum allein nicht genügt, daß muß jedem klar sein, da der Organismus sich auch in solchem Lebensalter, vielleicht sogar besser, ernährt, wo keine Spur von Wachstum mehr vorhanden ist. Das Wachstum benötigt eine innere Disposition, welche eben die genannten Reizstoffe bedingen. Die Hormone, welche im Gegensatz zu den übrigen Hormonen, die nur für die physiologischen

Vorgänge bestimmend wirken, somatische Merkmale zur Entfaltung bringen, werden mit Gley als Harmozone bezeichnet. Diese Harmozone sind notwendig zum Wachstum. Schon Rubner vertrat die Ansicht, daß das Aufhören der Wachstumsphänomene die eigentliche Ursache des Todes darstellt. Diesem Satze Rubners können wir zustimmen, nur dessen Begründung nicht. Wir sehen es nicht ein, warum die Folgen des „einseitigen Prozesses" des Kraftwechsels durch das Wachstum vereitelt werden können, ja wir wissen nicht einmal, warum diese Folgen dem Organismus vom Nachteil wären. Wir geben seinem Satze eine viel einfachere Begründung. Bei einem nicht mehr wachsenden Individuum ist mit dem Ausfall der Harmozone das korrelative Gleichgewicht gestört. Die Einstellung gewisser Blutdrüsenfunktionen bewirken abnorme Funktionen anderer inkretorischer Organe, welche Störungen dann im Bilde der Seneszenz zum Vorschein kommen.

Nun fragt es sich aber, ob die Hypothese auf einer gewissen Wahrscheinlichkeit beruht, ob der Ausfall der formbildenden Reizstoffe tatsächlich solche Veränderungen hervorrufen kann, daß er für ein Eintreten der Seneszenz verantwortlich gemacht werden könnte. Diese Frage können wir nur dann lösen, wenn wir die morphogenetisch wirkenden Organfunktionen besprechen und dann die Ausfallserscheinungen derselben uns vergegenwärtigen wollen.

Die Schilddrüse ist eine der wichtigsten der inkretorischen Drüsen. Ihr obliegt die wichtige physiologische Tätigkeit: die Regulierung des Stoff- und Energiewechsels, außerdem entfaltet sie morphogenetische Wirkungen. Sie wirkt entscheidend auf den Verlauf der Entwicklung und des Wachstums. Hofmeister und Eiselsberg ermittelten es für die höheren Säugetiere, daß bei jungen Exemplaren die Exstirpation der Schilddrüse zur Entwicklungshemmung führt, und auch Wachstumsphänomene derart beeinträchtigt werden, daß es zu regressiven Veränderungen kommt. Bei den niederen Wirbeltieren liegen die Verhältnisse genau so, auch dort ist ja die Anwesenheit der Schilddrüse für die Entwicklung, Metamorphose und Wachstum unbedingt notwendig. — Was geschieht nun, wenn dieses Organ in seiner hormonproduzierenden Tätigkeit gestört wird? Wir kennen zufällig genau eine Krankheit, die zufolge einer ungenügenden Schilddrüsentätigkeit eintritt. Diese Krankheit ist das Myxoedem. Die Krankheit äußert sich im Ausfallen der Haare und Zähne, in dem Faltigwerden der Haut. Die Körpertemperatur sinkt, die Schweißabsonderung ist unzureichend. Die Verdauung ist träge und der Stoffwechsel stark herabgesetzt. Es tritt in den Anfangsstadien der Krankheit Fettsucht und dann eine rasche Abmagerung ein. Die Geschlechtsorgane werden atrophisch, die psychischen Potenzen nehmen allmählich ab und die gesamte Nerventätigkeit kann als herabgesetzt bezeichnet werden. Daß dieses Bild mit dem der Seneszenz übereinstimmt, haben schon Horsley, Lorand und andere betont, die auch auf die gewebliche Degeneration der inkretorischen Drüsen bei den Alterungsprozessen hingewiesen haben. Bei der Schilddrüse haben wir ein schönes Beispiel, wie die physikalischen Korrelationsbahnen durch die Störung der chemischen in Mitleidenschaft gezogen werden können, daß die Veränderung des Nervensystems bei dem Altern auch eine sekundäre sein kann. Der Kretinismus ist auch auf eine Hypofunktion der Schilddrüse zurückzuführen. — Auch die Nebenschilddrüsen sind lebenswichtige Organe, die wahrscheinlich eine ähnliche Rolle wie diese haben.

Die Thymus ist im intrauterinären Leben und im frühesten Kindesalter ein lebenswichtiges, morphogenetisch wirkendes Organ. Wenn man bei 1—3 Wochen alten Tieren die Thymus entfernt, so tritt eine Entwicklungshemmung des Knochengerüstes ein, es kann auch Muskelatrophie erfolgen. Mit dem Beginn der Keimdrüsentätigkeit bedarf der Organismus nicht mehr der Brieselfunktion und sie wird auch involviert. Interessant und beweisend für das notwendige Hormongleichgewicht im Körper ist die Tatsache, daß, wenn die Thymus sich nicht zurückbildet (Thymus persistens), unter Umständen ein plötzlicher Tod (mors thymica) eintreten kann. — Daß der Briesel auch ein physiologisch wichtiges Organ darstellt, zeigt die Tatsache, daß mittels Injektion von Thymus-Extrakten die Muskelermüdung aufgehoben werden kann. (H. Müller, Del Campo.)

Der Gehirnanhang (Hypophyse) reguliert bei sämtlichen Wirbeltieren die Entwicklung des Binde-, Knorpel- und Knochengewebes. Die Entfernung des Gehirnanhanges bewirkt regressive Entwicklung. Von der Bedeutung, die der Hypophyse für das Wachstum zukommt, überzeugen uns am besten Fälle, bei denen wir es mit der Überproduktion der Hypophysenhormone zu tun haben. Dabei kommt es nämlich im frühesten Alter zu einem wirklichen Riesenwuchs (Gigantismus), in späteren Lebensperioden zur Vergrößerung des Unterkiefers und der Gliedmaßen (Akromegalie oder Pachyakrie). Bei dem Zwergwuchs (Nanismus) werden wir es vermutlich mit der Hypofunktion des Gehirnanhanges zu tun haben. Als eine interessante Tatsache sei erwähnt, daß der magyarische Paläontologe Freiherr v. Nopcsa auch die riesenhafte Körpergröße und das Aussterben der Dinosaurier mit der Überfunktion des Gehirnanhanges in Zusammenhang bringt. Seiner Ansicht nach deutet die ungewöhnliche Größe der Knochengrube an der unteren Schädelbasis dieser Saurier auf eine Hyperplasie der Hypophyse. Da diese Abnormität erblich ist, wird auch das rasche Untergehen der Dinosaurus-Gattungen verständlich.

Die Nebennieren sind eminent lebenswichtige Organe, deren Entfernung bei den meisten Tierarten den Tod zur Folge hat. Auch die Neben-

niere nimmt mit ihren Lipoidstoffen unter den morphogenetisch wirkenden Blutdrüsen einen vornehmen Platz ein. Außerdem obliegt ihr die Regulierung des Tonus der Gefäßwände und damit des Blutdruckes. Nun ist jetzt schon eine allgemein bekannte, in allen Lehrbüchern zitierte, hauptsächlich von Josué entdeckte Tatsache, daß Nebennierenmarkextrakte (Adrenalin) eine typische Verkalkung, Atherosklerose hervorrufen können. Es liegt daher sehr nahe, anzunehmen, daß die für das Altern so charakteristische Atherosklerose einer Nebennierendysfunktion ihr Dasein verdankt.

Außerdem muten wir noch den Nebennieren eine sehr wichtige, für die Seneszenz äußerst verhängnisvolle Funktion zu: die Regulierung des Pigmentstoffwechsels. Schon Mühlmann gab seiner Ansicht Ausdruck, daß die Nebennieren den Tyrosinstoffwechsel beherrschen. Tyrosin ist ein Chromogen, ein Farbbildner, der mit Zusatz eines oxydativen Fermentes, der Tyrosinase, als Niederschlag ein melanotisches Pigment gibt. Nun gibt es Ansichten, nach denen Adrenalin aus Tyrosin entstehen kann, wir benötigen aber diese Ansicht ja gar nicht, da Tryptophan, ja auch der wichtigste Bestandteil der Nebenniere, Adrenalin, als Muttersubstanzen des melanotischen Pigments dienen können, wie dies von Meirowsky, Neuberg, Jager u. A. gezeigt worden ist. Diese fanden nämlich in dem menschlichen Integument und in Melanosarkomen ein Ferment, welches nicht das Tyrosin, sondern das Adrenalin zu einem dunklen Farbstoff oxydierte. Die Addisonsche Krankheit, die sich auch in einer dunklen Verfärbung der Haut (bronced skin) äußert, beruht auf einer Hypofunktion der Nebenniere. (Übrigens hat auch diese Krankheit viel Ähnlichkeit mit den Alterungssymptomen.)

Für den Vorgang des Alterns ist die pigmentöse Degeneration des Nervensystems sehr charakteristisch. Schon Mühlmann betonte, daß das Alterspigment tyrosinogen sei, wir möchten hinzufügen, höchstwahrscheinlich epinephrogen. Es widerspricht nicht den bisherigen Erfahrungen, wenn wir annehmen, daß die Entstehung des Alterspigmentes genau so, wie die Hautverfärbung auf unrichtiger Pigmentregulation durch die Nebenniere beruht.

Die Pigmentdegeneration im Altern ist eine nicht bloß auf die Wirbeltiere beschränkte Erscheinung. Harms und andere haben gefunden, daß für die Würmer und Arthropoden ungefähr dasselbe gilt. Die degenerativen Prozesse überfallen am deutlichsten das Nervensystem, was uns ja nicht wundern kann, wenn wir uns vor Augen halten, daß die Adrenalinproduzenten echte Paraganglien sind, welche aus den Sympathogonien sich entwickeln. Außerdem besteht zwischen Nervensystem und Blutdrüsen eine innige Beziehung, wir kennen Fälle, wo die Hormonwirkung nur via Nervensystem zur Geltung kommen kann. Harms hat vor kurzem eine sehr bedeutsame Entdeckung gemacht. Er fand bei Würmern (Gephyreen) eine nebennierenähnliche Blutdrüse: das Internephridialorgan, dessen Exstirpation oder Hypofunktion vollkommen den Symptomen der Addisonschen Krankheit ähnelt. Die Haut solcher der genannten Blutdrüse beraubten Tiere wird grau, dann pechschwarz. Das Organ ist lebenswichtig, die dauernde Abwesenheit führt zum Tode. Haben wir hier nicht Beweise für die Möglichkeit des Zustandekommens der pigmentösen Altersdegeneration geleistet durch die Nebenniere auch bei den Wirbellosen? Ist da nicht eine Übereinstimmung zwischen Evertebraten und Vertebraten zu konstatieren? Die Afunktion des Adrenalinproduzenten führt bei allen untersuchten Tieren zur Pigmentanhäufung.

Wir haben in diesen morphegenetischwirkenden, lebenswichtigen Organen Systeme kennen gelernt, die eminent lebenswichtig sind, deren Ausfall typische Cachexie- und Comaerscheinungen hervorruft. Es ist nicht zu leugnen, daß diese Cachexieerscheinungen der Altercachexie ähneln.

Nun wäre noch ein Organ zu besprechen, das zwar imstande ist, morphogenetische Prozesse hervorzurufen, dessen Ausfall aber keine Cachexie bewirkt, also nicht lebenswichtig ist. Dieses Organ ist die Keimdrüse. Die Entfernung der Keimdrüse, die Kastration, bewirkt zwar Veränderung im Habitus, aber keine Hemmung des Wachstums. Sie ist so wenig lebenswichtig, daß bei den Pflanzen mittelst Kastration sogar eine Verlängerung des Lebens erzielt werden kann.

Und gerade bei dieser Drüse ist es Steinach gelungen, durch die Neubelebung derselben im alten Organismus einen gewaltigen Aufblühungseffekt hervorzurufen. Der Effekt wäre gar nicht verständlich, wenn wir es nicht wüßten, daß zwischen allen Blutdrüsen ein inniger Zusammenhang besteht, daß durch die Überproduktion einer die anderen auch in Hyperfunktion geraten können. So kann z. B. bei der Akromegalie nicht nur eine Hyperfunktion der Hypophyse, sondern auch der Schilddrüse, des Thymus und der Keimdrüse festgestellt werden. Genau so verhält sich die Keimdrüse in bezug auf andere inkretorische Organe.

Immerhin bleibt noch die Frage offen, wie wir bei der Anwendung unserer Hypothese die zum Tode führenden Prozesse, nämlich den Wegfall der Harmozone beseitigen können. Den Weg hat Steinach angebahnt. Die Keimdrüse hat sicher einen Einfluß auf die Arbeitsleistung des Körpers, das haben die ergographischen Versuche von Zoth gezeigt. Sind aber keine anderen Organe da, dessen Substitution auf Grund unserer Hypothese dies besser leisten könnten?

Da sind die Harmozonproduzenten, deren Versagen nach dem Stillstehen des Wachstums auch in anatomischen Veränderungen ausgeprägt ist. Das ist ja der Gedanke Bütschlis, der die Ursache des Todes in einem allmählichen Verbrauch

(wir sagen Ausbleiben) der zum Leben notwendigen Fermentstoffe erblickte. Wir müssen daher die Harmozone dem alternden Organismus zurückgeben, damit das korrelative Gleichgewicht nicht gestört werde. Die Substitution der Schilddrüse mittels Transplantation jungen Thyreoidealgewebe (die bei Basedow-Kranken in genügender Anzahl entfernt wird und daher zur Verfügung steht) könnte nach unseren Anschauungen das korrelative Gleichgewicht wiederherstellen. Ebenso könnte man Fall zu Fall mit anderen jugendlichen funktionstüchtigen Blutdrüsen experimentieren. Es besteht die Hoffnung nach anderen Versuchen, daß nach der Überpflanzung selbst das bisher träg oder gar nicht funktionierende Organ zur gesteigerten Tätigkeit gereizt werden könnte. Diesbezügliche Tierversuche werde ich zur Befestigung meiner Hypothese in der nächsten Zukunft ausführen.

Nun gäbe es noch einige Fälle zu besprechen, die den erklärenden Wert der Hypothese noch mehr demonstrieren. So wäre es zunächst noch zu bemerken, daß bei den Einzelligen gerade die Störung der Kernplasmarelation, also eine Störung der Korrelation, den Tod, bzw. die Zellteilung hervorruft.

Auch die Befunde von Carrel können von unserem Standpunkte erklärt werden: in der Körperflüssigkeit des jungen Spenders sind Harmozone anwesend, die nur ihre wachstumsfördernde Wirkung äußern.

Weiter fragt es sich, auf welche Art und Weise können wir nach unseren Anschauungen die Abnahme bzw. das Ausbleiben der Reparationsprozesse im Alter erklären? Gerade hier sind wir imstande den erklärenden Wert unserer Hypothese am besten zu demonstrieren. Walther hat nämlich ermittelt, daß bei den Tritonen die Exstirpation der Schilddrüse eine Unfähigkeit zur Regeneration verursacht. Es ist somit klar, daß die Hypofunktion der Thyreoidea eine Abnahme der Restitutionsfähigkeit, die Afunktion dieser Blutdrüse das gänzliche Aufhören des Ersatzwachstums bedeutet.

Man macht und mit Recht für manche Altersveränderungen Vergiftungsprozesse, Intoxikationen verantwortlich. D. h., daß die Exkretionsapparate die anhäufenden giftigen Produkte, nicht im notwendigen Maße ausscheiden können. Das erklärt sich zwanglos aus unserer Hypothese. Schon Wiesel, Schur, Darré, Parisot u. A. haben darauf hingewiesen, daß die Dysfunktion der Nebenniere schwere Nierenschädigungen verursacht. In neuester Zeit aber haben Marschal und Davis entdeckt, daß bei der Exstirpation der Nebennieren die exkretorische Tätigkeit der Nieren stark herabgesetzt wird. — So erklärt sich die Intoxikation aus dem Wegfall der Hormone.

Gegen Diabetes ist der jugendliche Organismus viel weniger widerstandsfähig als der alte. Nun ist aber ermittelt worden, daß der Wegfall der Schilddrüsenhormone die Bauchspeicheldrüse (deren Erkrankung für den menschlichen Diabetes verantwortlich gemacht wird) zur gesteigerten Funktion reizt.

Die kleinen Verschiedenheiten in der Morphogenese der beiden Geschlechter werden auch dadurch verständlich, daß die Nebennieren, wie das Kolmer ermittelte, echte sekundäre Geschlechtsmerkmale darstellen und daß die wichtigste Blutdrüse, die Schilddrüse, bei den beiden Geschlechtern von verschiedener Größe ist.

Die Abnahme der psychischen Fähigkeiten erklärt sich auch aus dem Wegfall der Schilddrüsenhormone.

Man könnte aber zum Schlusse fragen, ja, warum hört plötzlich die Harmozonproduktion und damit das Wachstum auf?

Auf diese Frage kann ich eine Antwort geben, die mir plausibel scheint und das fußt auf den Ideen Boltzmanns und Hasenöhrls. Boltzmann hat bekanntlich die Entropie als einen Übergang vom unwahrscheinlicheren Zustande in das Wahrscheinliche definiert. Hasenöhrl fragte nun: daß sich in einem nach Außen abgeschlossenen Quantum Wasser und Luft aus einem Samen eine Pflanze bildet, ist das ein Übergang vom Unwahrscheinlichen ins Wahrscheinliche? Nein, es scheint uns dies von vornherein ein Übergang von Wahrscheinlichem zu Unwahrscheinlichem. Ich möchte noch hinzufügen: Ist die wunderbare Harmonie des Körpers, das Hormongleichgewicht und die daraus resultierenden morphogenetischen Prozesse nicht etwas höchst unwahrscheinliches? Die geringste Störung muß wieder zum Zustande der Wahrscheinlichkeit führen. Das Unwahrscheinliche muß zusammenbrechen, um in einem wahrscheinlicheren Zustande übergehen. Die Lebensdauer wäre mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmbare Zeit, die sich aus der Dauerfähigkeit der Harmozonproduzenten und des Hormongleichgewichtes ergibt.[1])

Natürlich ist diese Hypothese nur ein Versuch bekannte Tatsachen zu erklären und sie führt sicherlich nicht zur Befriedigung. Aber gerade das ist das Schöne an der Forschung, daß man immer deutlicher bemerkt, wie wenig wir wissen und wieviel zu erschließen ist, daß man mit Resultaten nie zufrieden sein kann, daß gerade dies der Wissenschaft die Ewigkeit sichert, der Wissenschaft, die nach den schönen Worten v. Baërs „ewig in ihren Quellen, unermeßlich in ihrem Umfange, endlos in ihrer Aufgabe, unerreichbar in ihrem Ziele ist“ (zit. nach Nusbaum).

[1]) Dieser Satz soll nicht etwa als ein Ausgleich mit den Abnützungshypothesen aufgefaßt werden. Unserer Meinung nach handelt es sich hier um eine nachweisbare Wechselbeziehung zwischen inneren und äußeren Faktoren. Die Rückbildung der Thymus wird durch die beginnende Keimdrüseninkretion verursacht, und da die Blutdrüsen größtenteils empfindliche Epithelien sind, ist ihre Abhängigkeit von schädlichen Außenfaktoren (Hitze usw.) eine ziemlich große.

Die Entstehung der diluvialen Kalktuffe des Ilmtales bei Weimar.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. Fritz Wiegers.

Als vom 4.—6. August d. J. in Weimar der Verband Deutscher Vorzeitforscher tagte, standen im Vordergrunde des wissenschaftlichen Interesses die zwischeneiszeitlichen Kalktuffe von Weimar—Taubach—Ehringsdorf mit ihrer Fülle von pflanzlichen und tierischen Versteinerungen, unter denen die beiden 1914 und 1916 im Kämpfeschen Steinbruch gefundenen menschlichen Unterkiefer die größte Bedeutung haben, und ihrem Reichtum an Feuersteinwerkzeugen der Altsteinzeit, die Ehringsdorf zur wichtigsten altvorgeschichtlichen Fundstätte Norddeutschlands machen. Geschlagene Feuersteine waren zwar in den Kalktuffbrüchen von Taubach schon seit den 70er Jahren bekannt, aber erst der Abbau in den Ehringsdorfer Brüchen ergab die wunderschönen Sammlungen wirklich bearbeiteter Werkzeuge, die durch das Entgegenkommen der Steinbruchsbesitzer in ihrer Gesamtheit als dauernde Leihgabe an das Naturhistorische Museum zu Weimar kamen und dieses damit zu einer der wichtigsten Stätten deutscher prähistorischer Forschung machten.

Über die Entstehung der Kalktuffe, die diese wertvollen Schätze bergen, herrscht vielfach noch wenig Klarheit, so daß es mir lohnend erscheint, den Inhalt meines Vortrages, gelegentlich der Führung der Teilnehmer des Verbandes Deutscher Vorzeitforscher nach Ehringsdorf, weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Unter „Kalktuff" versteht man einen meist porösen, lockeren an der Oberfläche der Erde gebildeten Süßwasserkalk (in Italien lapis tiburtinus = Tibergestein genannt, woraus der auch in Deutschland gebräuchliche Ausdruck „Travertin" geworden ist), während die in Höhlen, also im Innern der Erde durch Verdunstung kalkhaltigen Wassers entstandenen dichten Kalkausscheidungen (Tropfsteine u. a.) als „Kalksinter" bezeichnet werden. „Seekreide und Wiesenkalk" dagegen sind Kalkabsätze am Grunde von Seen oder flachen Gewässern, also in ihrer Entstehung und Struktur grundsätzlich verschieden von dem Kalktuff, der ein Absatz aus Quellwasser ist. Wenn demnach früher die Ansicht verbreitet war, daß die Ilmtalkalktuffe in einem großen See entstanden wären, so ist diese Deutung schon aus petrogenetischen Gründen völlig irrig, weil dann Seekreide hätte entstehen müssen, in der sich ausschließlich die Reste von Wassertieren und -pflanzen vorgefunden hätten. Da wir außerdem wissen, daß am Grunde der Kalktuffe grobe Schotter einer eiszeitlichen Ilm liegen, also ein durchgehendes ehemaliges Flußtal vorhanden war, so hätte zuerst eine Sperrmauer von etwa 20 m Höhe bei Weimar aufgerichtet werden müssen, um das Ilmwasser so hoch aufzustauen, daß sich ein 16—18 m mächtiges Kalktufflager in dem entstandenen Stausee hätte bilden können. Solche Werke der modernen Technik aber hat der Neandertaler noch nicht gebaut.

Die richtigen Hinweise für die Erklärung der Bildung des Kalktuffes geben uns die Pflanzen und Tiere, die in ihm erhalten geblieben sind, und die allgemeine geologische Lagerung. Die Ufer der diluvialen Ilm werden gebildet von den Schichten des Muschelkalks, auf den sich nach Norden zwischen Taubach, Umpferstedt und Tiefurt der Untere Keuper auflegt. Das Ilmtal selbst ist aber kein reines Erosionstal, das der Fluß sich ausgenagt hat, sondern es ist ein sogenannter „Graben",[1]) der dadurch entstanden ist, daß ein ungefähr 1 km breiter Streifen des Geländes um etwa 120 m in die Tiefe gesunken ist, wodurch die weichen Mergel des Mittleren Keupers in gleicher Höhe neben die harten Bänke des Oberen Muschelkalks gelagert wurden. In diesen weichen, wenig widerstandsfähigen Mergel nagte sich die Ilm ihr Bett und lagerte während der zweiten Eiszeit eine Schotterterrasse aus bis faustgroßen Thüringerwaldgesteinen ab, die mit wenigen nordischen Gesteinen vermischt sind. Hierauf folgt zunächst eine 0,5 m mächtige grünliche Tonschicht, entstanden bei den Überschwemmungen des Flusses, wie noch unser heutiger Elbschlick bei regelmäßig eintretendem Hochwasser aus der tonigen Flußtrübe sich niederschlägt. Über dem Ton liegt der Kalktuff.

Durch die Einsenkung des Ilmgrabens und die dadurch veränderte Lagerung der Schichten folgte, daß die wasserdurchlässigen klüftigen Kalke des Oberen Muschelkalks in der Horizontalen unmittelbar gegen die undurchlässigen tonigen Mergel des Mittleren Keupers stießen. Da auch der Mittlere Muschelkalk tonig ausgebildet ist, so mußte sich über ihm ein Grundwasserhorizont ansammeln, dessen Wasser schließlich in einer Reihe von „Verwerfungsquellen" längs der Verwerfungsspalte zum Überfließen kam. Dieses Wasser hatte beim Durchsickern des Oberen Muschelkalks eine Menge Kalk gelöst und zwar in der Form des doppeltkohlensauren Kalkes $Ca(Co^3)^2$, den es nun beim Überrieseln der Ilmaue wieder abgab, sobald die Pflanzen durch Entnahme von einem Molekül Kohlensäure, die Lösungsfähigkeit des Wassers soweit vermindert hatten, daß ein einfachkohlensaurer Kalk ausfiel. Als feststehende Tatsache muß also zunächst gelten, daß Quellen die erste Ursache der Entstehung des Kalktuffes sind. Nun haben sich an organischen Einschlüssen in ihm zahlreiche Pflanzen- und Tierreste gefunden, die auf die biologischen Entstehungsbedingungen Licht werfen. B.

[1]) P. Michael, Die Ilmtalstörung bei Weimar. Jahrbuch der Geolog. Landesanstalt 1916, Bd. 37, I, S. 415—442. 3 Taf.

Hergt[1]) hat die Flora des Travertins beschrieben und 41 Arten bestimmt. Wenn wir die Liste überfliegen, so finden wir eine sehr gemischte Gesellschaft, nämlich Wasserpflanzen, Sumpfpflanzen und Landpflanzen. Wasserbewohner sind die Grünalgen (Conferven) und die Armleuchtergewächse (Chara hispida L.), die am Grunde von flachen Teichen 25—30 cm hohe Unterwasserwiesen bilden. Von den Moosen leben das Quellenmoos (Fontinalis antipyretica) und das flutende Astmoos (Hypnum fluitans) im Wasser, während das Kranzastmoos (Hypnum triquetum) meist an trockenen waldigen Stellen, aber auch auf Wiesen vorkommt. Schachtelhalm, Schilf (Phragmites communis), Wasserschwaden (Glyceria aquatica), Minze u. a. sind ausgesprochene Sumpfpflanzen, ebenso wie die verschiedenen Weidenarten (Salix caprea und S. aurita) und die Schwarzerle am Rande der Gewässer wachsen. Dagegen sind Birken, Hasel, Eichen, Linde, Ahorn, Hartriegel, Walnuß, Wilder Apfel, Mehlbeere (?), Heckenrose, Lebensbaum, Fichte und Kiefer Waldbäume und -Sträucher, die z. T. sehr trockene Böden vorziehen, wie auch das felsenbewohnende Bartmoos (Barbula muralis). Von der Kiefer sind zahlreiche Zapfen und Nadeln, so wie auch ein ganzer benadelter Zweig gefunden worden, und sehr häufig sind die Blattabdrücke des Haselstrauches; die anderen Pflanzen sind seltener. Bemerkenswert sind 2 Abdrücke von Hagebutten (Rosa canina) und die in Ehringsdorf gefundenen Platten mit Abdrücken von Äpfeln. Sehr bezeichnend ist ferner, daß sich sowohl der Keimling einer dikotylen Pflanze, wie Reste ganzer Baumstämme, sowie ein Stück vielleicht zu Betula gehöriger Rinde im Kalktuff erhalten haben und A. Weiss[2]) erwähnt aus dem Hirschschen Steinbruch bei Weimar aufrecht stehende Baumstämme, leider ohne Angabe, was es für Bäume waren, und aus welcher Schicht sie stammen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die genannten Pflanzen sämtlich bodenständig waren, und daß sie nicht durch Einschwemmung in die vorhandenen Teiche gekommen sind. Nach Hergt geben die Platten mit dem Pomaceen-Früchten „vollständig das Bild des unter der Baumkrone befindlichen schlammigen Bodens wieder, in den die herabfallenden Früchte sich eindrückten. Die eine Platte enthält über 50 solcher Eindrücke von Früchten mit bis zu 3,5 cm großem Durchmesser; einige Abdrücke zeigen mehr oder minder deutlich das Kerngehäuse". —

Der Kalktuff tritt uns in den Brüchen in dreifacher Form entgegen: Als fester Kalkstein (Werkbankkalkstein), als poröser Kalkstein und als pulvriger Kalkstein (Scheuer-, Tuff- oder Knochensand); er ist bald dickbankig, bald dünnplattig, schwach geneigt nach der Ilm; die Schichten keilen meist linsenförmig aus. Wir finden alle Übergänge vom festen, harten Kalkstein bis zum losen Kalksand; die harten Werksteinbänke sind häufig von Schilfstengeln durchzogen und Schilf wächst mit Vorliebe am Rande flacher Gewässer. Nun wissen wir aus den Untersuchungen von S. Passarge,[1]) daß in den Schilfregionen unserer Seen die Algen eine große Rolle spielen und zwar die Spaltalgen, Schizophyceen (Nostoc-Arten) und die Grünalgen (Confervoideen), denen eine starke kalkabscheidende Tätigkeit zukommt, wodurch die Zwischenräume zwischen den inkrustierten Stengeln höherer Pflanzen ausgefüllt werden.

Man könnte sich also vorstellen, daß die Schilfzone eines Teiches durch allmähliche Inkrustierung mit Kalk in einen zunächst weichen und lockeren Kalktuff umgewandelt würde, in dem die im Wasser lebenden Schnecken ebenfalls eingebettet werden. Dieser Annahme steht aber die Tatsache entgegen, daß die Pflanzensubstanz des Schilfs und der Algen, wenn sie unter Wasser verwest, Humussäuren bildet, die den Kalk durch Bildung von Kalkhumaten in Kalkschlamm umwandelt und daß auch die Molluskenschalen, die im Kalktuff in schönen dickwandigen Exemplaren enthalten sind, durch die Humussäuren stark zersetzt oder ganz zerstört werden. Ebenso verhält es sich mit dem Chara-Rasen, der von einem dichten Netz von Algen übersponnen ist. Trotzdem die Charen ihre Stengel mit einer dicken Kalkkruste überziehen, wird diese durch die Humussäuren völlig in einen weichen, weißlichgelblich-grauen Schlamm umgewandelt. Im Ilmtal aber ist ein lockerer oder nur schwach verkitteter Kalksand, der als „Scheuersand" verkauft wird und kein Charenschlamm vorhanden. Es muß daher die Bildung des Kalktuffs unter wesentlich anderen Umständen vor sich gegangen sein, als sich in den Seen die Bildung von Kalkablagerungen vollzieht. Es darf vor allem keine Bildung der Humussäuren und Quellsatzsäuren stattgefunden haben, da durch diese sämtliche Inkrustierungen wieder zerstört und die Bildung von Abdrücken, von Blättern und Stengeln unmöglich gemacht wird. Die pflanzliche Substanz darf nicht unter Wasser in Humus, bzw. Humussäuren umgewandelt, sondern sie muß an der Luft gasförmig verwest sein, so daß sich die Krusten und Abdrücke erhalten konnten.

Ich stelle mir die Entstehung des Kalktuffs daher so vor: Von dem etwa 3 km langen Quellhorizonte von Weimar bis Belvedere floß das Wasser zunächst in schmalen Rinnsalen den steilen tonigen Hang hinunter und bildete dann in der bis 40 m tiefer gelegenen Ilmaue kleine flache Quellteiche, in denen Grünalgen, Charen und Wassermoose wuchsen, und deren Ränder mit Schilf, Wasserschwaden, Minze, Weiden und Erlen umsäumt

[1]) B. Hergt, Die Flora der Travertine von Weimar und Ehringsdorf. Weimar 1912.

[2]) A. Weiss, Das Pleistozän der Umgegend von Weimar. Hildburghausen.

[1]) S. Passarge, Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen, Uckermark. Jahrb. d. Geol. Landesanstalt 1901, Bd. 22, S. 99—152. 1 Taf.

waren. In nassen Jahreszeiten überrieselte es auch die mit Wald und Gebüsch bestandene Aue, die in trockenen Jahreszeiten für den Menschen durchaus bewohnbar war. Alle Pflanzen, die von dem Wasser überrieselt wurden, entzogen ihm Kohlensäure, so daß sich auf ihren Blättern und Stengeln Kalk niederschlug, der auch die im Herbst zu Boden gefallenen Blätter und Früchte überkrustete, wodurch langsam, Schicht auf Schicht, ein Lager von Pflanzenkalken entstand. Dadurch, daß die Tümpel und Teiche verlandeten und sich an anderen Stellen wieder neu bildeten, erklärt sich das gemeinsame, d. h. eigentlich neben- oder übereinander Vorkommen von Land- und Wasserpflanzen, von Land- und Wasserschnecken, zusammen mit Wirbeltieren, Resten des Menschen, seiner Werkzeuge und seiner Feuerstätten.

Nach A. Weiß überwiegen unter den Conchylien die Wasserschnecken; die Gehäuse der Landschnecken sind aber nicht, wie Weiß meint, als Geniste angeschwemmt, sondern die Tiere haben auf den die Quellteiche umsäumenden Sumpfpflanzen gelebt, zwischen denen auch das grünfüßige Rohrhuhn (Gallinula chloropus), die Wildente (Anas boschas) und der Lappentaucher (Colymbus sp.) nisteten; auch der Biber hat die Teiche gelegentlich aufgesucht, wenngleich sein eigentlicher Standort wohl die Ilm selbst gewesen ist.

Neben Wasserschnecken, die für Quellteiche und kleine Seen charakteristisch sind, wie die massenhaft vorkommende Belgrandia marginata, die vielen Planorben, Lymnäen, Bithynien, Valvaten und Pisidien, kommen zahlreiche Landschnecken vor, wie Hyalinen, Heliciden, Clausilien, Succineen, Pupen u. a., von denen Pupa muscorum und Buliminus (Chondrula) tridens u. a. nur an trockenen Standorten leben. Das alles spricht ebensosehr gegen eine einheitliche Entstehung der Tuffe im Wasser, wie die Pflanzenwelt und der so außerordentlich wechselnde Gesteinscharakter der Schichten selbst. Weiß konnte in einzelnen Brüchen bis zu 33 verschiedene miteinander wechselnde Schichten unterscheiden, die eine Mächtigkeit von 1 cm bis über 4,5 m besaßen.

Eingelagert sind im grauen Kalktuff dünne schwarze humose Schichten und mehrere bräunliche Tonschichten, von denen die mächtigste (0,5—1 m) unter dem Namen „Pariser" bekannt ist. Sie wurde nach Weiß von dem verstorbenen Finanzrat Dr. Herbst in Weimar schon vor 1860 als „poröser Kalktuff" bezeichnet, woraus die Arbeiter den Namen „Pariser" gemacht haben. Diese Tonschicht ist stellenweise so kalkreich, daß der Kalk in Form von Kalkknauern chemisch wieder ausgeschieden ist, die gelegentlich so zahlreich auftreten können, daß sie den Ton fast verdrängen. Der Pariser ist kein durchgehender Horizont; er ist im Kämpfeschen Steinbruch in Ehringsdorf gut entwickelt, keilt aber seitlich aus, und ich bin der Ansicht, daß zeitweise größere flache Wasserbecken vorhanden waren, denen die Quellen von der Höhe so lange toniges Material von verwittertem Muschelkalk zuführten, bis die flachen Wasserbecken ausgefüllt waren, und die normale Kalktuffbildung wieder einsetzte. Der Pariser trennt den Kalktuff in zwei ungefähr gleich mächtige Teile; während der untere Teil ziemlich frei von fremden Beimengungen ist, enthält der obere in Ehringsdorf häufig große Mengen von runden, ei- bis faustgroßen Geröllen von Quarziten und porphyrischen Gesteinen, die durch Regenwasser von den Höhen heruntergespült sind.

Die dünnen humosen Schichten, die von manchen Autoren irrtümlich für Kulturschichten gehalten wurden, stellen normale Torf- oder Humusbildungen dar, in denen neben Valvata cristata, die in stehenden Gewässern und Sümpfen lebt, vor allem Landschnecken massenhaft vorkommen, und zwar Carychium minimum, Xerophila striata und Buliminus tridens, von denen die letzten beiden ausgesprochen trockene Orte bewohnen.

Als weitere Voraussetzung für die Kalktuffbildung ist mithin anzunehmen, daß die Quellen nicht dauernd in gleicher Stärke flossen, sondern daß sie in den warmen Jahreszeiten versiegten und die Quellteiche austrockneten. Dann konnten die Pflanzen an der Luft verwesen, während die Kalkkrusten erhalten blieben, ohne in Schlamm umgewandelt zu werden; die Charenstengel brachen ab und ihre Bruchstücke bedeckten den Boden mit einer Schicht von Kalksand; der Mensch konnte auf den ausgetrockneten Teichböden hausen und seine Lagerfeuer brennen, bis in der feuchten Jahreszeit die Quellen die Teiche wiederfüllten. Hätten die Quellen eine größere Stärke und eine Sommer und Winter gleichbleibende Wasserfülle gehabt, wie die auf derselben Verwerfungsspalte westlich Weimar entspringende Lottenquelle oder die auf einer anderen nördlich gelegenen Verwerfungsspalte entspringenden beiden starken Quellen, die als Leutra und Papierbach der Ilm zufließen, so hätten sich aus den Quellen ebenfalls Bäche entwickelt, und es wäre trotz des Kalkgehaltes ebensowenig zur Bildung von Kalktufflagern gekommen, wie am heutigen Lotten-, Leutra- und Papierbach. Der Unterschied in den Quellen liegt darin, daß diese als aufsteigende Verwerfungsquellen aus großer Tiefe kommen, während die „Kalktuffquellen" absteigende Verwerfungsquellen waren, deren Stärke von der Menge der jährlichen Niederschlagsmengen abhängig war.

Heß von Wichdorf[1]) hat 1912 zuerst auf die Ähnlichkeit der Thüringer Kalktuffe mit rezenten Quell- und Gehängemooren aufmerksam gemacht, die er in Ostpreußen und Pommern beobachtet hatte. Diese Moore bestehen „aus einer

[1]) Heß von Wichdorf: Zur weiteren Kenntnis der Quellmoore in Norddeutschland. Jahrb. der G. L. A. 1912, Bd. 33, II, S. 319—341, 11 Abb.

Wechselfolge von Bänken erdigen, feinstengeligen Kalktuffs und Schichten von Humus und kalktuffreichen Riedbodens". Im Kalktuff, wie in den Riedböden fanden sich gelegentlich starke Baumstämme und Stubben von Kiefern und Birken bzw. Erlen, ferner zahlreiche Haselnußfrüchte. Die Molluskenfauna der Quellmoore setzte sich aus 18 Arten Landschnecken, 5 Arten Süßwasserschnecken und 2 Arten Süßwassermuscheln zusammen, von denen die letzten in den kleinen Moortümpeln gelebt haben. Wichtig ist für den Vergleich unseres Kalktuffs mit den Mooren, daß auch in letzteren Wachstumszonen bzw. Trockenstadien mit einer Baum- und Strauchflora festgestellt werden konnten, im übrigen sind aber doch noch erhebliche Unterschiede in der Entstehung beider Bildungen vorhanden.

Die Tuff- oder Knochensande der unteren Kalktuffschichten sind die Hauptfundschichten der Säugetierreste, unter denen das Merckische Nashorn, der Altelefant, Reh, Hirsch, Riesenhirsch, Pferd, Bison, Wildschwein, Höhlenlöwe und Höhlenhyäne zu nennen sind. Von der allergrößten Bedeutung aber sind die Funde vom Menschen. Der Backenzahn eines Erwachsenen, der Milchzahn eines 9jährigen Kindes von Taubach und einige Schädelknochen von Ehringsdorf waren schon früher bekannt. 1914 und 1916 sind dazu die beiden Unterkiefer und Teile eines kindlichen Skelettes aus dem Tuffsand des Kämpfeschen Steinbruches gekommen (vgl. Naturw. Wochenschr. 1922, S. 398). Dadurch gewinnen die vielen Feuersteinwerkzeuge und die Feuerstätten des Neandertalers mit Holzkohlen und angebrannten Knochen eine erhöhte Bedeutung. Das Ilmtal war zur letzten Zwischeneiszeit die besuchteste Siedlung des Diluvialmenschen in Nord- und Mitteldeutschland. Die Kultur, die dort geschaffen wurde, in der Weiterentwicklung der Markkleeberger Kultur der zweiten Eiszeit zu den schönen dreieckigen Handspitzen, Doppelspitzen und Schabern bedeutet einen Höhepunkt der geistigen Fähigkeiten der aussterbenden Neandertalrasse, so daß wir ihr mit Recht als „Weimarer Stufe" eine besondere Stellung in der Chronologie des fossilen Menschen gegeben haben.

Einzelberichte.

Die Grundzüge der Verbreitung der Vegetation im Europäischen Rußland.[1])

Der Wechsel der Vegetation im Europäischen Rußland ist vielseitig und interessant. Tundra, Wald, Steppe und Halbwüste lösen einander in durchaus gesetzmäßiger Weise ab, jedes Vegetationsgebiet entspricht einer bestimmten klimatischen Zone, welche ziemlich genau von Westen nach Osten geht. Diesen Zonen entsprechen nicht nur bestimmte Zusammensetzungen der Vegetation, sondern auch bestimmte Bodentypen, z. B. den Wäldern — die Bleicherden (Podsol), der Steppe — die Schwarzerden, der Halbwüste — Salzböden. In keinem Lande ist diese strenge Gesetzmäßigkeit der Zonen so deutlich, wie gerade in Rußland, dessen Ebenen von keinen Gebirgen unterbrochen werden, dessen Vegetation noch ursprünglicher, weniger vom Menschen beeinflußt ist als im Westen. — Einige pflanzengeographischen und bodenkundlichen Fragen sind spezifisch russische und nur in Rußland zu lösen, so das Problem der Entstehung der waldlosen Steppen, die Frage nach der Ursprünglichkeit der Wiesenvegetation in den Flußtälern usw.

Von Norden nach Süden gehend stößt man in Rußland auf folgende Boden- und Vegetationszonen: 1. die waldlose Tundra in schmaler Zone am nördlichen Eismeer; 2. das Gebiet der Nadelwälder, ganz Finnland und den Nordosten Rußlands einnehmend, nach Süden begrenzt etwa durch die Linie Petersburg—Kostroma, Kasan, Ufa; 3. das Gebiet der Mischwälder, ein breiter Keil, dessen größte Breite vom Bottnischen Meerbusen bis Kiew reicht, dessen Spitze bei Kasan liegt; 4. das Gebiet der Steppe, nach Norden begrenzt etwa von der Linie Kiew, Orel, Kasan, Ufa, im Südwesten vom Schwarzen und Asowschen Meer, weiterhin durch eine nordöstlich nach Uralsk verlaufende Linie; 5. die Halbwüste — der südöstliche Winkel des europäischen Rußland am Kaspischen Meer.

Die Vegetation der Tundra und der Waldgebiete hat ein verhältnismäßig junges Alter, da während der Eiszeit der größere Teil des Landes vom Gletscher bedeckt war, der nur den äußersten Süden und Südosten freiließ. Nach dem Zurückweichen des Eises drang die Waldvegetation, hauptsächlich Nadelhölzer, aus dem eisfrei gebliebenen Sibirien wieder ein; aus Westeuropa rückten die Laubhölzer und Mischwälder vor; der Zusammenstoß dieser zwei Ströme erfolgte in Mittelrußland, etwa dem nördlichen Lauf der Wolgau entlang (Linie Petersburg—Kasan). Nur durch diese fortschreitende Bewegung läßt sich der eigenartige Verlauf vieler Baumgrenzen in Rußland erklären, die bei einer Reihe von Nadelhölzern (sibirische Tanne, Lärche und Zirbel) Westgrenzen und nach Westen vorgewölbt sind, bei vielen Laubhölzern (Buche, Hainbuche, Esche, Eiche) mit einer Wölbung nach Osten abgegrenzt werden. Wahrscheinlich sind diese Grenzen keine klimatischen, sondern Verbreitungsgrenzen und die Bäume durchaus im Vorschreiten begriffen.

[1]) Hauptsächlich nach W. Aljochin, Die Grundzüge der Verbreitung der Vegetation im Europäischen Rußland. (Moskau 1921.)

Die am meisten hervorstechenden Züge der Tundra sind ihre Waldlosigkeit, ihr ewig gefrorener Boden, welcher auch im Sommer kaum auftaut (Torf nur 30 cm tief, Sand 150 cm in die Tiefe) und dessen starke Versumpfung. Allerdings wird die Torftundra an vielen Stellen durch die lehmige oder steinige Flechtentundra abgelöst. Die hervorstechendsten Pflanzen sind mehrjährige Kräuter, Halbsträucher und kleine Sträucher (Zwergweiden, Multbeere, Rauschbeere, Seggen, Wollgräser usw.). Oft bilden die Pflanzen flache Polster; so sind sie am besten vor den kalten, trockenen Winden geschützt. Nach Kihlman sind auch diese austrocknenden Winterwinde die Ursache des Absterbens der Bäume in der Tundra. Tanfiliew schreibt das Zurückweichen des Waldes dem fortschreitenden Gefrieren des Bodens zu. Er meint, daß an den Nordrändern der Wälder die torfbildenden Moose besonders üppig wuchern; der sich bildende Torf ist ein schlechter Wärmeleiter und verhindert das Auftauen des darunter liegenden Bodens, so daß die Bäume in dem Eise schließlich zugrunde gehen müssen und die Waldgrenze weiter nach Süden zurückweicht.

Für den nördlichen Teil der russischen Waldgebiete ist die „Taiga" charakteristisch, diese endlosen Wälder, teilweise nur aus Fichten bestehend, düster und einförmig, teilweise lichter mit Kiefern bestanden. Wie bei uns wachsen in den Fichtenwäldern Seidelbast, Sauerklee, Preißelbeere, Heidelbeere, Siebenstern, Fichtenspargel usw., in den Kieferwäldern Wacholder, Heidekraut, Katzenpfötchen, Schafschwingel, Renntiermoos, an feuchteren Stellen Beerenhalbsträucher. Stark ist in diesen Wäldern die Neigung zum Versumpfen, eine Folge der Verkittung tiefer liegender Erdschichten durch humose und eisenhaltige Substanzen, welche aus den höherliegenden, bleichwerdenden Schichten ausgewaschen werden. Auch siedeln sich stark wasserhaltige Weißmoose, die Sphagnen an; in deren rasch nachwachsender Decke bildet sich in Rußland eine eigenartige Zwergform der Kiefer (Pinus silvestris f. pumila) wie sie sonst nur in den Mooren der Alpen und Voralpen von der Bergkiefer bekannt ist; es sind das buschartige Kuscheln ohne Hauptstamm, stark verzweigt, wo nur noch die Zweigenden benadelt sind und aus dem Moos herausstehen.

In den südlich sich anschließenden Mischwäldern sind besonders die „Sasseki" hervorzuheben, uralte Eichenwälder, besonders schön entwickelt in den Gouvernements Tula und Kaluga; in ihnen haben sich einige interessante Pflanzen erhalten, welche nach der Meinung einiger russischer Botaniker charakteristisch für die Randwälder des großen Gletschers waren, so z. B. mehrere Dentaria-Arten, Festuca silvatica, zwei Corydalis-Arten, Asperula tinctoria usw.

Weiter nach Süden kommt das weite Gebiet der Steppe, welches aber durchaus nicht gleichförmig ist und gut in drei Typen geschieden werden kann.

Der nördliche Typus ist die Wiesensteppe, welche die ganze Vegetationszeit in saftigstem Grün prangt und sich durch viele reizvolle blühende Kräuter auszeichnet. Fast jede Woche bieten diese Steppen wieder einen anderen farbigen Anblick; charakteristisch ist für sie eine bunte Mischung von Gräsern und Kräutern (Adonis vernalis, Anemone silvestris, Salvia pratensis, Avena pubescens usw.). Sie umfassen die Gouvernements Kiew, Poltawa, Kursk und Teile der Gouvernements Woronesh, Tambow, Pensa und Simbirsk.

An die Wiesensteppen schließen sich im Süden die Pfriemengrassteppen an, welche sich auf die Gouvernements Cherson, Ekaterinoslaw, Charkow, Samara und Saratow erstrecken. Hier ist der Typus der Steppe am vollständigsten ausgedrückt. Ihr überwiegender Bestandteil sind die Gräser, deren hervorstechendsten die Pfriemengräser Stipa pennata, St. capillata und Festuca ovina ssp. sulcata sind. Am reizvollsten ist die Steppe im Frühjahr, zur Zeit der Blüte von Zwiebelgewächsen und Adonis vernalis; dann im Sommer, wenn die ganze Fläche von den Federn des Stipa wogt; im Spätsommer und Herbst wird sie braun und unscheinbar, blühende Kräuter findet man nur vereinzelt (Astern, Beifußarten). Bezeichnend für die Steppe ist der lockere, undichte Stand ihrer Gräser und das häufige Auftreten von sogenannten „rollenden Kräutern", kugelförmig verzweigten Stauden, welche zur Zeit der Fruchtreife abbrechen, um dann vom Winde getrieben über die weiten Ebenen zu hüpfen und ihre Samen zu zerstreuen (z. B. Statice latifolia).

Weiter südlich gelangt man in eine Abart der Steppe, welche schon eher den Charakter der Halbwüste hat, noch spärlicher mit Pflanzen bestanden ist und überall den kahlen Boden zeigt. Schon in ihrem nördlichen Teil tritt das Pfriemengras stark zurück, es herrschen hier der gefurchte Schafschwingel (Festuca sulcata) und Chrysanthemumarten (C. corymbosum, C. achilleifolium usw.).

Die Schwarzerde läuft hier aus und wird von kastanienbraunen Böden abgelöst. Der äußerste Süden am Schwarzen und Kaspischen Meer hat stark salzige Böden, welche nur von vereinzelten und kümmerlichen Beifußstauden (Artemisia maritima, A. pauciflora usw.) bestanden sind und einen trostlosen Anblick bieten; nur im Frühjahr wird hier das Auge durch einen weiß-gelben Tulpenflor erfreut.

An der Nordgrenze der Steppe schiebt sich zwischen Grasflur und Wald eine schmale Zone der sogenannten „Waldsteppe", wo sich beide in buntem Wechsel ablösen und ganz offensichtlich im Kampf miteinander liegen. Die Frage, warum denn weiter südlich der Wald der Steppe weicht, ist noch nicht endgültig gelöst. Einige Forscher meinen, der Wald wäre von dem Menschen ausgerottet worden (Taliew), andere suchen den Grund für das Fehlen des Waldes in der Eigenart des kleinkörnigen Steppenbodens, während der Waldboden eine haselnußartige

Körnung hat (Kostytschew). Korshinskij suchte zu beweisen, daß in dem Konkurrenzkampf der zwei Vegetationsformen der biologisch stärkere Wald schließlich die Steppe zurückdrängen müßte.

Endlich entspricht es vielen Beobachtungen, daß der Wald auf stark salzigem Boden nicht gedeihen kann; Dokutschajew, Sibirzew und Tanfiljew schreiben deshalb dem hohen Salzgehalt der südrussischen Böden, welche erst spät vom Meere freigegeben wurden, die Waldlosigkeit der Steppe zu. Patschosskij geht sogar so weit, daß er annimmt, die Vegetation eines jeden Gebietes müßte alle Stadien von der Halbwüste über die Steppe und zum Walde durchlaufen, wenn das Meeressalz durch die Niederschläge allmählich aus dem Boden entfernt wird und sich eine Humuskrume bildet. Er sieht denn auch die südrussischen Steppen nur als ein vorübergehendes Stadium an, das vom Walde abgelöst werden muß. Freilich wird das kaum stattfinden, denn die Steppe ist dem Untergang durch Feldbau geweiht, noch ehe sie in Wald übergehen könnte. Jedenfalls besteht in Rußland für den Wald die Tendenz, im Norden zurückzuweichen und im Süden vorzudringen, es ist also eine allgemeine Verschiebung des Waldgebietes nach Süden festzustellen.

Noch eine Eigenheit der Vegetation von Rußland sei erwähnt, welche für weite Ebenen charakteristisch ist. In jeder Zone findet man außer der für diese typischen Vegetation auch solche Vegetationsflecken, welche für die benachbarten Zonen charakteristisch sind und als „intrazonale Vegetationen" bezeichnet werden. So finden wir in der Pfriemengrassteppe die typische Zusammensetzung nur auf den ausgedehnten Wasserscheiden; in den flachen Tälern dagegen sind die Nordhänge mit Pflanzen bewachsen, welche eher der Wiesensteppe angehören, die Südhänge mit Vertretern der Halbwüste. Im südlichen Waldgebiet finden sich an den stärker erwärmten Südhängen Steppenpflanzen. Somit gibt die genaue Erforschung einer jeden Zone zugleich auch einen Begriff von der Vegetation der ihr benachbarten.

Selma Ruoff.

Die Strukturformel des Kupfersulfids.

Selten hat man bisher für Cuprisulfid eine andere Formel als $Cu = S$ in Erwägung gezogen. So gut wie alle Umsetzungen, in denen der Stoff eine Rolle spielte, ließen sich mit dieser Formel befriedigend darstellen. Erst die feinere Untersuchung des Sulfides durch W. Gluud[1]) legt die Vermutung nahe, daß, zum mindesten in gewissen Fällen auch eine andere Strukturformel haltbar ist. Wird nämlich eine 1,5 proz. Cuprisulfatlösung, der 10 % Ammoniak zugesetzt wurden, mit Schwefelwasserstoff gefällt, so hat das unmittelbar ausgefallene Kupfersulfid andere Eigenschaften als das einige Zeit gealterte. Wird nämlich unmittelbar nach der Fällung mit Luftsauerstoff oxydiert, so tritt die Bildung elementaren Schwefels ein. Nach einigen Stunden Stehens aber (4—5 Std.) führt die Oxydation nicht mehr zu Schwefel, sondern sämtlicher an Kupfer gebundener Schwefel wird in Form von Sulfat- oder Thiosulfat-Jon entbunden!

Offenbar hat man es in den beiden gekennzeichneten Fällen mit untereinander verschiedenen Formen des Sulfides zu tun. Nach Diskussion einiger unwahrscheinlicher Deutungen trifft Gluud schließlich eine Entscheidung auf experimentellem Wege. Beide Sulfidformen zeigen abweichendes Verhalten auch gegen Kaliumcyanid. Das primär entstehende Sulfid nämlich liefert keine Rhodanreaktion, wohl aber in starkem Maße das einige Stunden gealterte Sulfid.

Gluud erteilt dementsprechend dem ersten Kupfersulfid die übliche Formel $Cu = S$, dem nachher aus ihm hervorgehenden Sulfid aber die Formel $\frac{Cu}{Cu} > S = S$. Beide Formeln decken die beschriebenen Umsetzungen allein und befriedigend. Bei der Entstehung von Cyansäure HCNO tritt eine Reduktion am Kupfer ein. Eine solche Bildung von Cyansäure findet aber (nach Treadwell) bei der Umsetzung von $Cu = S$ mit Kaliumcyanid statt. Anders bei einem Kupfersulfid der Formel $(Cu)_2S_2$. Hier ist das Kupfer bereits erschöpfend reduziert: es wird also glatte Umsetzung mit Kaliumcyanid eintreten nach der Formel $Cu_2S_2 + 8\,KCN = 2\,K_3Cu(CN)_4 + K_2S_2$.

Das K_2S_2 seinerseits wird mit überschüssigem Kaliumcyanid alsbald Kaliumsulfid und Kaliumrhodanid bilden. Dieser letzte Fall ist nun die Regel. So käme also dem gewöhnlichen Sulfid die Formel $(Cu)_2S_2$ zu, CuS aber wäre die Strukturformel der unbeständigen Form des Kupfersulfides.

Berichterstatter weist darauf hin, daß eine Untersuchung daraufhin erwünscht wäre, ob Unterschiede beider Formen auch morphologisch nachweisbar sind und ob nicht die leicht sich bildenden niederen Sulfide des Kupfers, über deren Gleichgewichte so gut wie nichts bekannt ist, eine Rolle in den mitgeteilten Verhältnissen spielen.

H. Heller.

Die Raumformel des Wassermoleküls.

Über die wahrscheinliche sterische Formel des Wassers, H_2O, spricht sich zusammenfassend Jean Piccard aus.[1]) Gewisse physikalische Eigenschaften des Wassers, wie Dielektrizitätskonstante und Refraktionsindex, sind nach unseren heutigen molekularphysikalischen Vorstellungen nur erklärbar, wenn man das Schwerezentrum der positiven Ladungen des Wassermoleküls nicht mit dem der

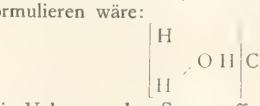
[1]) Berichte d. d. Chem. Gesellsch. 55, S. 1760, 1922.

[1]) Helvetica Chimica Acta 5, S. 72, 1922.

negativen Ladungen zusammenfallen läßt.[1]) Die übliche Formulierung des Wassermoleküls H-O-H, wobei man den Zusammenhang zwischen O und beiden H-atomen durch negative Elektronen hergestellt sein läßt, kann also nicht richtig sein. Zwei Möglichkeiten einer anderen sterischen Formulierung stehen nun offen. Man kann die Anordnung der Atome und der sie verkettenden Elektronen in einer Geraden bestehen lassen, denkt sich aber den Abstand der beiden Wasserstoffatome vom O verschieden groß: H-O—H. Für eine solche Auffassung fehlt jedoch jeder zureichende Grund. Oder aber man verläßt die Anordnung in einer Geraden und läßt eine dreieckige Konfiguration zu: H—O^H.

Durch das Studium der organischen Sauerstoffverbindungen wird Piccard zur Annahme der letzten Formel geführt. Bekanntlich nimmt man für den Kohlenstoff an, daß er sich inmitten eines fiktiven Tetraeders befinde, nach dessen vier Ecken seine vier „Valenzen" ausstrahlen, d. h. sie befinden sich in völlig symmetrischer Verteilung um den C als Zentrum. Jede Ablenkung der Valenzbeträge aus diesem Gleichgewichtsverhältnis bedingt gewisse Spannungen im Molekül, da ja jede Valenz in den stabilen Zustand des isolierten Kohlenstoffatoms zurückzukehren bestrebt ist. Daher die leichte Lösbarkeit sogenannter „Doppelbindungen". Baeyer hat dieser von ihm aufgestellten „Spannungstheorie" viele experimentelle Stützen zu geben vermocht, auf heterozyklische Verbindungen konnte sie bisher jedoch nur mit Mühe bzw. nicht ausgedehnt werden. Denn es ist Tatsache, daß Ringsysteme aus Kohlenstoff- und Sauerstoffatomen stabil sind, wenn nur die Gesamtsumme der Atome 5 oder 6 beträgt. Was für reine Kohlenstoffringe ein schönes Beispiel für die Baeyersche Theorie war, nämlich der Einklang zwischen dem natürlichen Winkel zweier Kohlenstoffvalenzen mit dem von zwei solchen Valenzen im 5- oder 6 ring eingeschlossenen Winkel, versagt bei den Heterozyklen. Denn nimmt man für Wasser die eingangs erwähnte lineare Struktur H-O-H an, so ist der Winkel zwischen den Wasserstoffatomen 180°. Mithin müßte die Stabilität der 5 oder 6 Ringe aus C und O abhängig von der Zahl der Sauerstoffatome sein. Die Erfahrung widerspricht dem. Beispielsweise geben Oxysäuren leicht innere Anhydride, wenn zwei ihrer Hydroxyle durch 4 oder 5 Kohlenstoffatome voneinander getrennt sind. Dann entsteht ein Ring aus 5 oder 6 Gliedern, von denen eines ein Sauerstoffatom ist. Die Ringe der Laktide bestehen aus 4 C und 2 O, der Ring des Paraldehyds aus 3 C und 3 O. Ringe aus 2 C und 4 O sind wohl möglich, aber aus energetischen Gründen wahrscheinlich instabil, zerfallen doch schon Ozonide mit 3 benachbarten Sauerstoffatomen sehr leicht. Man ersieht also, daß auch heterozyklische Systeme aus 5 und 6 Gliedern stabil sind, wenn nur die Gesamtsumme der Atome beiden Zahlen entspricht. Dies läßt darauf schließen, daß sich C und O hinsichtlich der Richtung ihrer Valenzen sehr ähneln müssen. Nimmt man die gewinkelte Struktur des Wassermoleküls an, so ist der von den Wasserstoffatomen eingeschlossene Winkel 120°. Der von den Valenzen des tetraedrischen Kohlenstoffs 109° 28'. Der Unterschied ist also gering. In einem Ring aus 3 C und 3 O beträgt die mittlere Abweichung 2° 38', im Zyklohexan mit einem Ring aus 6 Kohlenstoffen ist sie 5° 16'. Der Heterozyklus aus 3 C und 3 O ist also noch stabiler als der Homozyklus, was mit der Erfahrung übereinstimmt.

Ist nun aber wahrscheinlich, daß die gegenseitige Lage der Valenzen im Sauerstoff in den besprochenen Fällen nicht linear, sondern angular ist, so ist es erlaubt, diese Vorstellung auf das Sauerstoffatom zu übertragen und die gleiche Lage im Wasser anzunehmen. Von der mitgeteilten Möglichkeit eines Ausbaus der Baeyerschen Spannungstheorie abgesehen, bietet sich also nunmehr eine weitere Handhabe der sterischen Formulierung des Wassermoleküls. Und auch andere Erwägungen führen zu diesem Ziel. Aus der Existenz und den Eigenschaften der Oxoniumsalze scheint hervorzugehen, daß der Kohlenstoff koordinativ dreiwertig ist.[1]) Drei symmetrisch angeordnete Valenzrichtungen in der Papierebene schließen aber Winkel von 120° ein. Als Beispiel für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Konfiguration der Oxoniumsalze, als die man die Hydrate aufzufassen hat, diene der gelöste Chlorwasserstoff, die Salzsäure, die zu formulieren wäre:



Die Valenzen des Sauerstoffs sind mithin nach den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks gerichtet. Diese Position der Koordinationsvalenzen nimmt Piccard nun als „topographische Eigenschaft" des Sauerstoffs überhaupt an. H_2O muß also H—O^H sein. Seine hexagonale Kristallform stimmt damit überein.

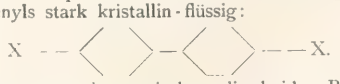
Zu ähnlichem Ergebnis gelangt auf anderem Wege neuerdings D. Vorländer.[2]) Dieser fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über

[1]) Debye, Physikal. Zeitschr. 13, S. 97, 1912. — Jona, ebenda 20, S. 14, 1919.

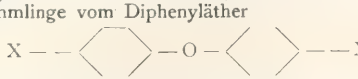
[1]) Über den Begriff der „Koordination" vgl. „Die chemische Valenz in heutiger Auffassung" v. Verf., Naturw. Wochenschr., N. F. 18, S. 273, 1919. — Neuerdings weist Hantzsch nach, daß auch der vierwertige Kohlenstoff koordinativ dreiwertig ist (Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 54, S. 2627, 1921). Sollte sich diese Auffassung allgemein bestätigen lassen, so wäre damit eine neue Parallele zu der Valenzchemie des Sauerstoffs geschaffen, die den Ausführungen Piccards eine Stütze gibt.

[2]) Zeitschr. f. angew. Chemie 35, S. 249, 1922.

den „kristallinisch-flüssigen" Zustand die allgemeine Beziehung, daß dieser Zustand zu seinem Zustandekommen eines möglichst langgestreckten und geradlinig orientierten Moleküls bedarf. So sind alle para-substituierten Abkömmlinge des Diphenyls stark kristallin-flüssig:

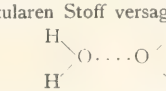


Schaltet man aber zwischen die beiden Benzolringe ein Sauerstoffatom ein, hat man also Abkömmlinge vom Diphenyläther



so verschwindet der kristallin-flüssige Zustand alsbald! Hieraus schließt Vorländer, daß der zweiwertige Sauerstoff nicht linear gerichtete Valenzen habe, daß diese vielmehr einen Winkel miteinander einschließen. „Für das Wasser ist eine winkelförmige Gestalt die wahrscheinlichste." Vorländer schätzt allerdings den Winkel am Sauerstoff etwas kleiner als am Kohlenstoff, d. h. $< 109°$.

Kann man angesichts dieser Erwägungen an einer angularen Raumformel des Wassers kaum noch zweifeln, so erscheint dem unbefangenen Betrachter die unsymmetrische Formel H—O
H
doch sicherlich gezwungen, unwahrscheinlich und darum unbefriedigend. Sollte die auf verschiedenen Wegen erwiesene starke Assoziation des Wassers darauf zurückzuführen sein, daß das Wassermolekül durch Zusammentritt zu „D i-Wasser" eine Symmetrie zu schaffen bestrebt ist, die dem monomolekularen Stoff versagt ist?



Berichterstatter glaubt diese seine Ansicht als nicht unwahrscheinlich bezeichnen zu dürfen.

H. Heller.

Die neue Normaltemperatur: $+20°$ C.

In seiner letzten Vollsitzung hat der „Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen" (AEF), der sich aus Mitgliedern der bedeutendsten physikalischen, technischen und chemischen Gesellschaften zusammensetzt, dafür entschieden, daß bei der Berechnung oder Kennzeichnung von Stoffen und Stoffsystemen als einheitlich anzuwendende Normaltemperatur $+20°$ C zu gelten habe. Auf diese Temperatur also sind auch alle Meßgefäße und -werkzeuge zu eichen; bei dieser Temperatur sollen künftig Messungen, wie etwa die der elektrischen Leitfähigkeit, vorgenommen werden, sofern die Natur der Sache diese Temperatur nicht per se ausschließt. Ausnahmen von dieser Festsetzung sind: die Nulltemperatur bei der Festlegung der Einheiten „Meter", „Ohm" und „Atmosphäre" und bei Barometerangaben; ferner wird die Volumeinheit „Liter" bei $4°$ beibehalten, wie auch Dichtebestimmungen auf Wasser von dieser Temperatur bezogen werden sollen.

Mit dieser Festsetzung ist eine Vereinbarung von größter Tragweite getroffen, mit der sich jeder an den exakten Naturwissenschaften Beteiligte vertraut machen sollte. Denn bei eingehender Betrachtung der Umstände, die gerade $20°$ als Normaltemperatur rechtfertigen, erweist sich, daß mit dieser Normung eine wahrhaft erfreuliche Übereinkunft getroffen worden ist.

Die Bestrebungen zur Schaffung einer einheitlichen Bezugstemperatur sind nicht erst neuerer Zeit zu danken. Seit 1907 schon bemühte sich der oben erwähnte Ausschuß um diese Aufgabe. Das Ergebnis der Verhandlungen ist niedergelegt in einer Arbeit von K. Strecker.[1]) Auch Auerbach, Scheel u. a. haben sich dazu in der Literatur geäußert.[2]) Nachdem 1914 eine Einigung erzielt war, verhinderte der Krieg ihre praktische Auswertung. Daß sie nunmehr bald und allseitig geschehe, ist eine der Forderungen des Tages.

Es erübrigt sich, die Normung der Temperatur im allgemeinen zu begründen. Vergegenwärtigt man sich, daß kaum eine zahlenmäßige Kennzeichnung unabhängig von der bei der Messung vorhandenen Temperatur ist, die das Ergebnis in oft bedeutendem Maße beeinflußt, so erkennt man ohne weiteres, daß es eine große Energieersparnis ist, wenn man durch Benutzung einer Temperatur jeglicher Umrechnung enthoben wird. Eine solche Umrechnung war aber bisher in der Regel notwendig, denn gerade in Chemie und Physik waren die verschiedensten Meßtemperaturen in Gebrauch. So gilt in der Alkoholometrie als Normaltemperatur $15°$; die Polarisationsdrehung wässeriger Lösung wird in der Regel bei $20°$, die Viskosität bei $25°$ gemessen. Elektrische Leitfähigkeiten werden bei $18°$ oder bei $25°$ bestimmt. Von den galvanischen Normalelementen ist das von Clark auf $15°$, das Cadmiumelement auf $20°$ bezogen. Hierzu kommt in vielen Fällen eine weitere „Normal"temperatur, die „Zimmertemperatur", worunter man meist 15—$20°$ versteht. Es herrscht, wie gesagt, in der Wahl wissenschaftlicher und technischer Bezugstemperaturen vollendete Willkür, so daß die vom AEF getroffene Vereinbarung einen wesentlichen Fortschritt darstellt.

Der unbestimmte Begriff der „Zimmertemperatur" ist bei der Wahl der neuen Norm richtunggebend gewesen. In der Tat werden die meisten praktischen Messungen, die von wissenschaftlicher Höchstgenauigkeit absehen können, bei der gerade im Versuchsraum herrschenden Temperatur angestellt. Im allgemeinen ist die Laboratoriumstemperatur etwa $18°$, weshalb Kohlrausch

[1]) AEF, Verhandlungen des Ausschusses f. Maßeinheiten und Formelgrößen in den Jahren 1907—1914. Herausgeg. v. K. Strecker. Berlin 1914, J. Springer.

[2]) Zeitschr. f. Elektrochemie 20, S. 583, 1914.

gerade diese Temperatur für die Bestimmungen von Leitfähigkeiten festsetzte. Bestimmt aber liegt 15° unter dem Durchschnitt. Merkwürdigerweise werden aber gerade die meistbenutzten Meßgefäße, Zylinder, Büretten, Pipetten, Kolben usw. gerade auf diese Temperatur geeicht. Jedermann weiß jedoch, daß Abkühlen auf eine bestimmte Temperatur mehr Umstände verursacht als Anwärmen. Somit ist die Annahme der neuen Normaltemperatur im Sinne der Praxis gutzuheißen. Wirklich waren die genormten Glasgefäße für chemische Laboratorien, deren Sammlung auf der letzten Ausstellung für chemisches Apparatewesen in Hamburg (Juni 1922) gezeigt wurde, durchgängig auf 20° geeicht. Man denke auch daran, daß im Winter meist eine Zimmertemperatur von etwa 20° herrscht. Diese Temperatur ist darum auch dann die gegebene Norm.

Viele äußerliche Umstände sprechen des weiteren für die allgemeine Anwendbarkeit der neuen Normaltemperatur. So hat die Internationale elektrotechnische Kommission 20° als Normal festgesetzt; desgleichen hat der Deutsche Normenausschuß für die Industrie diese Temperatur als Bezugsnorm für Meßwerkzeuge und Werkstücke angenommen.

Selbstverständlich handelt es sich bei der neuen Temperatur um eine aus praktischen Erwägungen heraus getroffene willkürliche Festsetzung. Für wissenschaftliche Untersuchungen ist die Wahl einer anderen Bezugstemperatur möglich und erlaubt. Zum mindesten jedoch sollten solche Messungen auch bei 20° vorgenommen werden, damit der in anderem Sinne damit Arbeitende der Mühe einer Neubestimmung oder Umrechnung enthoben ist. Aber auch die Wissenschaft mag sich bewußt bleiben, daß beispielsweise 0° ebenfalls völlig willkürlich gewählt worden ist. — Ausgeschieden von der Verpflichtung zur neuen Bezugstemperatur sind des weiteren naturgemäß alle die Fälle, deren Charakter die Wahl von gerade 20° überhaupt ausschließt. Einige solcher bzw. verwandter Fälle nennt der Beschluß des AEF selbst. H. Heller.

Bücherbesprechungen.

Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, *Tineola biselliella*. Mit 4 Tafeln und 91 Textabb. Zeitschr. techn. Biologie Bd. 10, Heft 1/2, 168 S., 1922.

Bis vor kurzem verhielt sich die deutsche Industrie der angewandten Biologie gegenüber ablehnend, im Gegensatz zum Auslande, das dadurch nicht nur in der Industrie selbst, sondern auch in der angewandten Biologie uns vielfach überflügelte. Der Krieg und seine Folgen haben auch hier fördernd gewirkt, und immer mehr macht sich die Industrie die angewandte Biologie zu nutze.

Vorliegende Arbeit ist entstanden im Auftrage der „Farbwerke vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen bei Köln a. Rh.“. Sie gehört zu den besten, die die junge deutsche angewandte Entomologie hervorgebracht hat und findet in bezug auf Erfassung des Problems, auf Gründlichkeit und Sorgfalt kaum ihresgleichen. Verf. und die Farbwerke können stolz darauf sein.

Die ökonomische Bedeutung der Kleidermotten ist wohl allgemein bekannt, sicher aber überall sehr unterschätzt. Jeder kennt nur seine eigenen Erfahrungen, bedenkt aber nicht, wie diese sich bei einem 70-Millionenvolk mit ausgedehnter und hochentwickelter Kleiderstoff- und Möbelindustrie vervielfachen. Namentlich bei den heutigen Preisen betragen die jährlichen Verluste durch die Kleidermotten sicher geradezu fabelhafte Summen.

Von den etwa 10 an Kleiderstoffen gefundenen Mottenarten ist die genannte weitaus die wichtigste. Ursprünglich dürfte sie im Freien an eingetrockneten Tierleichen gelebt haben. Mit der Aufspeicherung von Wolle und Wollstoffen für Handel und Industrie gelangte sie in Gebäude und fand hier die denkbar besten Lebensbedingungen: Überfluß an Nahrung, günstige Temperatur, Schutz vor ungünstiger Witterung und den meisten natürlichen Feinden. Ein Glück nur, daß sie sich verhältnismäßig langsam entwickelt. Unter günstigsten Bedingungen — passende Nahrung, ständig geheizte Räume — können sich 4 Generationen im Jahre entwickeln; normalerweise werden es nur 1, höchstens 2 sein. Was das sagen will, zeigen die Feststellungen und Berechnungen Titschacks über die verbrauchte Nahrung. Im 1. Falle können die Nachkommen eines Weibchens im Jahre bis 46 kg Wolle zerstören, im letzteren genügt 1 g.

Der Verf. beschreibt alle Stadien aufs genaueste, gibt die Unterschiede von anderen Motten auf Wollstoffen an und, wo vorhanden, die der einzelnen Altersstadien der verschiedenen Entwicklungsformen, Angaben, die auch für die Praxis sehr wichtig sind, insbesondere für die Fragen nach Herkunft und Zeitpunkt des Befalles. Er untersucht eingehend das biologische und physiologische Verhalten der verschiedenen Stadien. Aus der Überfülle der Ergebnisse nur wenige Daten: Die Weibchen fliegen nie ohne zwingenden Grund, suchen laufend neue Plätze für die Ablage ihrer je 100—150 Eier; sie bedürfen keines Hochzeitsfluges. Nach etwa 7 Tagen schlüpfen die Räupchen aus, die 18 Tage bis 10 Monate fressen können. Sie finden sich nur auf toten Tierstoffen, auf bzw. zwischen denen sie lange, mit Stoffteilchen bedeckte Gänge anfertigen. Baumwolle wird nur im äußersten Notfalle gefressen, wohl aber zur Herstellung der Gänge verwendet. Zur Verpuppung fertigen die Raupen einen besonders dichten und sorgfältig bedeckten Kocher.

Von Gasen tötet Schwefelkohlenstoff am schnell-

sten alle Stadien, ist aber zu explosionsgefährlich. Xylol und Chloroform töten bei mehrmaligem Benetzen die in den Stoffen vorhandenen Tiere. Dichlorbenzol und Naphthalin schützen reine Stoffe vor Befall, töten bereits vorhandene Stadien aber nur bei reichlicher Anwendung und völligem Luftabschluß. Kälte und Wärme (45—50° C) sind gute Schutzmittel. Klopfen, Lüften, Besonnen verhindern Befall, wenn oft und sorgfältig ausgeführt. Fest schließende Verpackung in Papier desgleichen. Die Farbe der Stoffe ist für den Befall bedeutungslos; gewisse Farbstoffe geben bedingten Schutz. Das beste und sicherste Gegenmittel ist aber das Tränken der Stoffe mit dem, von den Farbwerken nach den Angaben von Dr. Meckbach hergestellten „Eulan", das farblos ist und die Verarbeitung der Stoffe in keiner Weise beeinträchtigt.

Wenn hiermit das Kleidermottenproblem in der Hauptsache gelöst ist, so bleiben doch noch viele wissenschaftliche Fragen offen, deren Bearbeitung bei dem Verf. zweifellos in besten Händen ist, und deren Auswirkungen auf die Praxis von vornherein kaum zu übersehen sind.

Reh.

Lehmann, H., Die Obstmade. *Cydia (Carpocapsa) pomonella L.* Heft 1: Ihre Bekämpfung auf wissenschaftlicher Grundlage. Mit 26 Textabbildungen. 8°. 69 S. Neustadt a. d. H. 1922.

Die Raupe des Apfelwicklers ist zweifellos einer der größten Schädlinge unseres Kernobstbaues. Schon im Frieden dürfte der jährliche Verlust durch sie in Deutschland auf einige Millionen einzuschätzen gewesen sein, selbst wenn man berücksichtigt, daß bei nicht zu starkem Befalle ihre Tätigkeit ausdünnend, d. h. bessernd auf die übrigbleibenden Früchte wirkt. Aber auch in allen anderen Kernobst bauenden Erdteilen liegen dieselben Verhältnisse vor, daher man hier schon seit Jahrzehnten den Apfelwickler aufs eingehendste studiert. Wie immer gingen auch hier die Vereinigten Staaten von Nordamerika mit glänzendem Beispiele voran; ihnen folgten Kanada, Südafrika, Australien, Argentinien, die übrigen europäischen Staaten. Nur Deutschland blieb auch hier, wie überall im Pflanzenschutze, weit zurück. Um so freudiger ist zu begrüßen, daß endlich der Verf., im Auftrage von Prof. Escherich-München, an der Staatl. Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. d. H., wo dieser Schädling durch das Klima ganz besonders begünstigt wird, umfassende Untersuchungen und Versuche über ihn anstellt, deren 1. Teil hier vorliegt. Im großen ganzen konnte er allerdings nur die amerikanischen Ergebnisse bestätigen; bei der unglaublichen Unkenntnis, die aber in Deutschland über dieses gemeine Insekt handelt, ist auch deren Zusammenstellung sehr nützlich. Von großer Bedeutung ist, daß er die vielfach voreilig gebildete Ansicht, als habe der Apfelwickler, wie in wärmeren Erdteilen, auch in Deutschland normal zwei oder mehr Generationen, dahin richtig stellen konnte, daß das selbst in der warmen Pfalz nur für $^1/_3$ der Tiere zutrifft. Sehr eingehend behandelt er die Bekämpfungsmethoden. Er stellt für solche allgemeine Forderungen auf, die zwar theoretisch durchaus berechtigt, für die Praxis aber doch zu eng gefaßt sind. Seine Schlußfolgerung, daß eine solche „wirtschaftlich" sei, trifft dagegen den Nagel auf den Kopf. Das ist aber jede Methode, bei der die Ergebnisse größer sind, als ihre Kosten (Material + Zeit). Verf. schließt sich dann durchaus der bereits 1898 von dem amerikanischen Entomologen Slingerland ausgearbeiteten Methode an: die Bäume sofort nach dem Abwerfen der Blütenblätter mit einem Arsenmittel so zu spritzen, daß die jetzt noch offene Kelchgrube, durch die sich 85 % der jungen Räupchen einbohren, mit dem Gifte gefüllt wird. Er vergißt aber die Betonung der Hauptsache, daß dazu von oben und mit starkem Drucke in die Bäume gespritzt werden muß. Und wenn er ausschließlich für die Kupferarsensalze eintritt, so setzt er sich damit in Gegensatz zu den Jahrzehnte alten Erfahrungen in den angelsächsischen Ländern, wo sich das Bleiarsenat weit besser bewährt hat. Er empfiehlt nur eine einzige Spritzung, während in jenen Ländern bis zu 7 mal gespritzt wird. Eine 2—3(4)malige dürfte auch bei uns ratsam sein, besonders in Lagen oder Jahren, wo Wärme eine zweite Generation begünstigen. Die übrigen in Deutschland üblichen Methoden verwirft Verf. alle mit Ausnahme der winterlichen Reinigung der Bäume von loser Borke, Moosen und Flechten. Hierin geht er entschieden zu weit, wie sich schon daraus ergibt, daß auch die Amerikaner usw. einen Teil dieser Methoden als ergänzende sehr empfehlen. Auch eine einfache Rechnung zeigt deren Berechtigung. Verf. konnte durch die Arsenspritzungen den Befall auf 10 % der Früchte zurückführen. Das sind bei einem Behang von 10 Zentnern am Baum und 500 Früchten auf den Zentner also ebensoviele befallene Früchte, bzw. Raupen und Falter. Sei die Hälfte davon Weibchen, und lege jedes 100 Eier, so hätten wir im nächsten Jahre für den Baum theoretisch wieder 25000 Raupen, also für jede Frucht 5 Raupen. Wenn die Wirklichkeit sich natürlich auch anders verhält, als diese Berechnung, so zeigt diese immerhin, daß ergänzende Bekämpfungsmaßregeln durchaus von Nutzen sind. Als solche ist in erster Linie das häufige Abschütteln oder Abklopfen der Bäume wichtig mit sofortigem Aufsammeln der gefallenen Früchte. Vielleicht stellt Verf. einmal Versuche an über die Menge der Raupen, die auf diese Weise dem Garten entzogen werden. Daß das Aufsammeln der von selbst gefallenen Früchte, des Fallobstes, keinen Wert hat, darin ist ihm entschieden beizupflichten. Ebenso ist es wertvoll, die Fenster der Lagerräume des Obstes im Frühjahre bis nach

Schluß der Kernobstblüte geschlossen zu halten. Fanggürtel schließlich werden von den Angelsachsen neuerdings wieder sehr empfohlen. Vor allem aber ist zu berücksichtigen, daß die für Halbstämme ausgearbeitete Slingerlandsche Methode in unseren alten Hochstammkulturen gar nicht auszuführen ist. — Alle diese Aussetzungen und Ergänzungen sollen den Wert der Lehmannschen Schrift keineswegs herabsetzen. Sie ist als erster Versuch, diesen wichtigen Schädling gründlich zu behandeln, freudig zu begrüßen, bringt nicht nur sehr eingehende kritische Besprechung der deutschen Literatur, sondern trägt durch die planvoll eingeleiteten Untersuchungen und Versuche viel zur Kenntnis des Verhaltens des Apfelwicklers in der Rheinpfalz bei. Reh.

Marzell, Heinrich, Die heimische Pflanzenwelt in Volksbrauch und Volksglauben. kl. 8°. 133 S. 3 Abb. Quelle & Meyer (Wissenschaft und Bildung 177). 1922. Ladenpreis 42 M.

Es gibt ein Buch von Franz Söhns über unsere Pflanzen, ihre Namenserklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksglauben. Es ist ganz unzuverlässig und hat doch manche Auflage erlebt, weil eben ein derartiges Werk von Pflanzenfreunden sowohl als auch von Erforschern der Sitten und Meinungen des Volkes gesucht wird. Jetzt hat Marzell uns ein solches Buch geschrieben, das nicht nur viel besser, sondern gut ist. Bei Marzell kann man sich darauf verlassen, daß er die im Volke umlaufenden, mancherlei Glauben und Tun haftenden Pflanzennamen entweder richtig deutet oder als zurzeit unverständlich zurückstellt. Nur auf Seite 115 hat er die mecklenburgisch-vorpommersche Faulesche fälschlich als Fraxinus excelsior gedeutet; sie ist die Espe, angeblich zuweilen auch die Schwarzpappel; Fraxinus heißt Zähesche. Verf. bespricht die Beziehungen der Pflanzen zu den Festen, zu Geburt, Liebe, Hochzeit und Tod, ihre Rolle im Kinderspiel, im bäuerlichen Aberglauben, in Medizin und Hexerei, fügt am Schlusse eine Anzahl Sagen und Legenden an. Unglaublich viel ist in dem kleinen Heft zusammengetragen, alles ging freilich nicht hinein. Ref. vermißt auf S. 23 eine Erwähnung des in Hannover, Schleswig-Holstein und Mecklenburg herrschenden Brauches, Pfingsten die Häuser, Stuben, Fuhrwerke, selbst Lokomotiven, mit Birkenzweigen zu schmücken. Sehr wertvoll ist es, daß überall die Literatur nachgewiesen wird, so daß das Buch nicht nur nützlich und gut zu lesen, sondern auch als Wegweiser bei ernster Forschung zu gebrauchen ist. Für den Botaniker ist die Kenntnis alter Volkssitten von Wert, wenn er Heimat und Geschichte der Arten aufklären will. Hoffentlich findet das Buch soviel Absatz (als Quellennachweis für vergleichende Volkskunde und historisch-geographische Botanik ist es auch für das Ausland wertvoll), daß der Verlag in zweiter Auflage mehrere Bogen zugeben kann. Das Register enthält nur deutsche Pflanzennamen, die nächste Auflage sollte auch die lateinischen aufnehmen, die man stellenweise doch vermißt. Aus dem S. 92 zitierten Spruch „Verbeen, agrimonia, modelger Charfreytags graben hilfft dich sehr" ist nur Modelger ins Register aufgenommen. Doch das sind kleine Mängel, alles in allem ist das Buch sehr zu empfehlen. Ernst H. L. Krause.

Literatur.

Sammlung Göschen. Bd. 440: Böhmig, Prof. Dr. Ludw., Das Tierreich. VI. Die wirbellosen Tiere. II. Band. Berlin-Leipzig '22, Vereinigung wissenschaftl. Verleger.

849: Langenbeck, Prof. Dr. R., Physische Erdkunde. I. Die Erde als Ganzes und die Erdoberfläche. Berlin-Leipzig '22.

Kolkwitz, R., Pflanzenforschung. I. Phanerogamen (Blütenpflanzen). Jena 22, G. Fischer. Brosch. 30 M.

Kolkwitz, R., Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen. 2. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 130 M., geb. 180 M.

Plate, Dr. Ludwig, Allgemeine Zoologie und Abstammungslehre. 1. Teil: Einleitung, Cytologie, Histologie, Promorphologie, Haut, Skelette, Lokomotionsorgane, Nervensystem. Jena 22', G. Fischer. Brosch. 360 M., geb. 420 M.

Suessenguth, Dr. K., Untersuchungen über Variationsbewegungen von Blättern. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 36 M.

Lubosch, Dr. Wilhelm, Durchschnittsanatomie und Individualanatomie. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 24 M.

Schaxel, Julius, Grundzüge der Theorienbildung in der Biologie. 2. Aufl. Jena '22, G. Fischer. Brosch. 150 M., geb. 210 M.

Weckmann, P. F., Ornithologisch-photographische Naturstudien. Bielefeld-Leipzig '22, Velhagen & Klasing.

Willis, J. C., Age und Area. Cambridge '22, At the University Press.

Hermann, Albert, Naturwissenschaftlicher Unterricht als Erziehungs- und Bildungsmittel an höheren Schulen. Leipzig-Berlin '22, B. G. Teubner. Geb. 60 M.

Einstein, A., Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie, gehalten im Mai 1921 an der Universität Princeton. Braunschweig '22, Friedrig Vieweg & Sohn A.-G. Geb. 60 M.

Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen. Zander, Prof. Dr. F., Ill. Der Bau der Biene. 2. Aufl. Stuttgart '22, Eugen Ulmer.

Schulz, Roman, Michaels Führer für Pilzfreunde. Ausgabe E. 1. Lieferung. Zwickau '22, Förster & Borries.

Inhalt: Th. Koppanyi, Theoretische Erwägungen über die Entstehung der Alterserscheinungen und des Todes. S. 569. Fr. Wiegers, Die Entstehung der diluvialen Kalktuffe des Ilmtales bei Weimar. S. 574. — **Einzelberichte:** Die Grundzüge der Verbreitung der Vegetation im Europäischen Rußland. S. 577. W. Gluud, Die Strukturformel des Kupfersulfids. S. 579. J. Piccard, Die Raumformel des Wassermoleküls. S. 579. K. Strecker, Die neue Normaltemperatur: +20° C. S. 581. — **Bücherbesprechungen:** E. Titschak, Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, Tineola biselliella. S. 582. H. Lehmann, Die Obstmade. Cydia (Carpocapsa) pomonella L. S. 583. H. Marzell, Die einheimische Pflanzenwelt im Volksgebrauch und Volksglauben. S. 584. — **Literatur:** Liste. S. 584

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 22. Oktober 1922. | Nummer 43.

Velella spirans.

Von Dr. Lazar Car-Zagreb.

Mit 3 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

Den Bau und die Lebensweise der Velella, eines reizenden glasartigen azurblauen Repräsentanten aus der Ordnung oder Subklasse der Siphonophoren (Klasse Hyodrozoa, Stamm Cnidaria, resp. Coelenterata) muß ich als bekannt voraussetzen. Nur so viel. Es ist das ein Siphonophor etwa 4 cm lang, der zu der zweiten Gruppe der Siphonophoren (im Haeckelschen Sinne), zu den Diskonanthen gehört. Diese stellen eine Meduse mit randständigen Tentakeln oder Palponen vor; aus der Mitte der Subumbrella hängt der zentrale Magenstiel (Hauptsiphon), und um ihn herum viele sekundäre Siphonen oder Gonozoiden. An den sekundären Siphonen, die kleiner sind als der Hauptmagen (oder Hauptsiphon), die aber bei der Velella auch mit Mundöffnung ausgestattet sind, knospen kleine Medusen, sog. Chrysomitren, die erst nach der Ablösung weiterwachsen und geschlechtsreif werden, damit sie die Velella nicht zu stark beschweren. Speziell bei der Velella ist die Umbrella flach scheibenförmig von rhomboider Form. In der Richtung der kürzeren Diagonale ist ein aufrechtgestelltes Segel angebracht, eine vertikal gerichtete Duplikatur der Haut der Exumbrella, mit einem in der Mitte grätenartigen chitinösen Skelett, das das Segel steif hält. Die Velella läßt sich ganz passiv von dem Winde herumtreiben und fängt ihre Nahrung (Plankton) während der Fahrt, indem sie, durch den Wind getrieben, stets in andere Gebiete ankommt. Dieses Segeln ist aber so eigentümlich, daß es wirklich der Mühe lohnt, einmal darauf etwas näher einzugehen. Wie dies geschieht, will ich eben hier zeigen. Vor allem muß man sich die Stellung des Tieres nach der beistehenden Abb. 1 ansehen.

Der Wind bläst also von hinten. Die Größe seiner Kraft wäre etwa „a". Da diese Kraft schief an der Fläche wirkt, müssen wir sie zerlegen, in eine Komponente die parallel mit der Fläche läuft „b", und in eine, die senkrecht auf sie fällt „c". Die erste Komponente „b", die parallel mit der Fläche läuft, geht fast ganz verloren, und so bleibt nur die Komponente „c", die aber jetzt freilich kleiner ist als die Resultante, nämlich die ursprüngliche Kraft. Versetzen wir jetzt diese Komponente auf einen anderen Punkt, etwa in die Mitte „c'", so sehen wir, daß sie das ganze Tier nach vorne rechts zieht. Nun aber kommt in Betracht der Widerstand des Wassers, der auf die vorderen Seiten wirkt. Diese Kraft des Widerstandes wirkt wieder schief, und so müssen wir auch hier nur die senkrecht wirkende Komponente aufnehmen, also „d" und „e". Nachdem dieser Widerstand unter etwa gleichen Winkeln an die beiden Seiten stoßt, so würde er auch an beiden Seiten gleich stark sein; doch nachdem die rechte Seite viel länger ist, erübrigt nur die Differenz zugunsten der Kraft, die von der rechten Seite schräg gegen hinten links zieht, also „e'". Und so bekommen wir jetzt die beiden Komponenten „c'" und „e'", von denen die Resultante „R" ist. Natürlich ist jetzt die Kraft des Windes wieder um etwas verringert, aber die Richtung ist mit dem des Windes beibehalten.

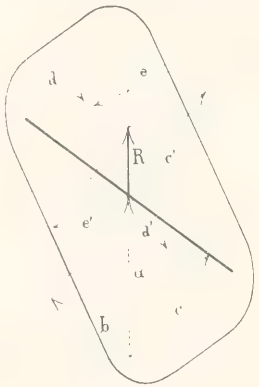


Abb. 1.

Im Falle, daß sich die Kraft des Windes verstärken würde, so wäre einfach auch die Komponente „c'" größer, aber in demselben Verhältnisse auch die andere Komponente „e'", also auch die Resultante „R", ohne daß sie die Richtung verlassen würde (Abb. 2). Nehmen wir aber an, daß sich die Richtung des Windes ändert; er komme plötzlich, statt von hinten, von hinten links, also mehr senkrecht auf das Segel als früher. Auch in diesem Falle würde die Komponente „c'" wachsen (sogar bei derselben Stärke des Windes), aber ohne daß der Widerstand größer würde; also die Resultante, so wie auch das ganze Tier würden nach rechts schwenken, so lange bis nicht wieder die Richtung des Windes erreicht wäre. Wenn hingegen der Wind mehr von der rechten Seite, also noch schräger, unter einem spitzeren Winkel ankommen würde, so müßte die Kom-

ponente „c‴ kleiner werden, der Widerstand des Wassers aber im Verhältnis größer. Die Resultante und das ganze Tier müßte nach links schwenken, wieder so lange, bis es nicht in die Richtung des Windes gelangen würde. Die Velella ist schon so gebaut, daß sie der Wind nur vorwärts treibt, wenn er unter einem ganz bestimmten Winkel an das Segel stößt; in jedem anderen Falle dreht er sie so lange herum, bis sie nicht in diese Richtung fällt.

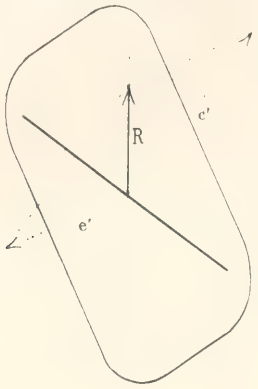


Abb. 2.

Wenn aber der Wind ganz umschlägt, wenn er von der vorderen Seite, links oder rechts, mehr oder weniger schräg, oder auch gerade von vorne kommen würde? Das Schifflein braucht sich in diesem Falle gar nicht umzudrehen. Nachdem es vorne und hinten ganz gleich gebaut ist, so würde einfach jetzt das Vordere zum Hinteren und umgekehrt.

Es ist also gesichert, daß die Velella jeden Wind ausnützt, und daß sie von demselben immer nach vorne getrieben wird, also mit dem Winde segelt. Die deutschen Seeleute nennen sie zwar „Der Segler bei dem Winde", das bezieht sich aber nur auf die Stellung des Segels, welches sich nicht senkrecht zum Winde stellt, wie es der Schiffer machen würde, wobei der Wind freilich besser ausgenützt wäre, sondern das Segel wird gegen den Wind immer schräg gestellt. Und es kann schon wegen der Konfiguration der Konturen der Velella gar nicht anders sein. Der plattförmige Körper ist nämlich nicht wie ein Schiff spindelförmig, sondern vorne und hinten in gleicher Richtung schräg abgestutzt. Es ist ein Rhomboid. Freilich nicht ganz streng geometrisch mit vollkommen geraden Seiten und scharfen Winkeln (was ja in unserem Falle gar nicht notwendig ist), aber im ganzen doch ein Rhomboid. Und gerade damit ist alles erreicht. Nehmen wir an die Velella wäre symmetrisch gebaut, vorne und hinten gleich spitzig oder gleich gerade abgestutzt, der Wind würde sie in diesem Falle alsbald in seine Richtung, gleich einer Wetterfahne, bekommen, und dann hört auch die Wirkung des Windes völlig auf. Eben erst durch die schräge Abstutzung, und zwar vorne und hinten in paralleler Richtung, und zwar so, daß das vordere Ende zwei ungleich lange Seiten dem Widerstand des Wassers bei Segeln bietet, also durch die trapezoidische Form, ist das ein- für allemal völlig ausgeschlossen.

Damit ist also erreicht, daß die Velella mit jedem Wind immer weiter und weiter fährt, geradezu segelt, was für ihre Ernährungsweise von der größten Wichtigkeit ist. Sie besitzt keine langen Fangfäden, mittels welcher sie ihre Umgebung weithin abtasten und Beute fangen könnte. Der zentrale Magen (Hauptsiphon) ist auch kein langes Saugrohr; alle ihre übrigen Anhänge sind auch kurz an der unteren Fläche der Scheibe (Subumbrella) angebracht. Sie kann daher nur jener Beute habhaft werden, die in ihre unmittelbare Nähe kommt. Deswegen muß sie selbst die Beute aufsuchen, also eine große Beweglichkeit besitzen. Damit sie aber ihre Kräfte nicht zu viel in Anspruch nimmt, damit sie ihre Energie spart, überläßt sie sich ganz dem Winde, und läßt sich von ihm passiv herumtreiben. Mittels des aufrechten, dreieckigen, sog. lateinischen Segels ist ja erreicht, daß sie vom Winde getrieben wird, und durch die ganz eigentümliche, ja fast einzig im ganzen Tierreiche dastehende rhomboidische Form der Scheibe ist wieder streng nach allen Regeln der Mechanik dafür gesorgt, daß sie nicht wie eine Wetterfahne in die Richtung des Windes gelangt, wodurch ja natürlich die Kraft desselben völlig vernichtet wäre. Gewiß also eine geniale „Erfindung". —

Damit ist aber noch nicht alles abgetan. Am Körper der Velella bemerken wir noch einen biegsamen häutigen Saum, der den Körper rings herum umsäumt, und welcher nicht durch das chitinige Skelett, mit seinen konzentrischen lufterfüllten Ringen, unterstützt ist. Dieser Hautsaum, natürlich auch von rhomboidischer Form, wird wohl auch nicht, wie überhaupt nichts in der Natur, umsonst da sein. Schon aus der Beschaffenheit, Form und Lage dieses Hautsaums, der auch einfach Kragen (collare) genannt wird, geht hervor, daß er eine Bremsevorrichtung darstellt. Bei sehr starken reißendem Winde würde die Velella mit einer rasenden Geschwindigkeit dahinsausen, so daß es ihr gar nicht möglich wäre zu fressen. Und solche Witterung kann ja bekanntlich auch längere Zeit andauern. Wenn sie aber diesen Saum an ihren beiden hinteren Seiten nach unten schlägt, müssen sie ohne weiteres eine Hemmung in der Geschwindigkeit des Fluges, oder eigentlich des Segelns bewirken. Es fragt sich nur ob nicht dadurch eine Abschwenkung von dem eingeschlagenen Kurse hervorgerufen wird. Der Widerstand des Wassers, der, wie oben angenommen würde, auf

die scharfen Ränder der beiden ungleich langen vorderen Seiten eingewirkt hat, stößt jetzt noch stärker an die inneren Flächen des nach unten geschlagenen Saumes der beiden hinteren Seiten; sie bieten ja jetzt eine größere Fläche dem Widerstande dar, als der horizontal ausgebreitete Saum an den beiden vorderen Seiten tun konnte. Wie wir oben gesehen haben, waren die beiden durch den Widerstand erzeugten Kräfte der vorderen Seiten nicht gleich stark. Die eine überwog und zog nach links, korrigierte eben die Richtung der Komponente „c'" und erzeugte erst dadurch die schließliche Resultante „R". Die längere Seite, jetzt können wir bei dem nach unten geschlagenen Saume auch wohl mit größerem Rechte von den Flächen reden, ist ja aber jetzt an der linken Seite, die kürzere auf der rechten. Nun, das würde ja noch nicht viel ausmachen, denn der stärkere Zug ist ja auch früher nach links erfolgt. Da aber jetzt die Komponente gewachsen ist, müßte die ganze Velella mehr nach links schwenken und somit die Richtung des Kurses — das ist die Richtung des Windes, den sie ja

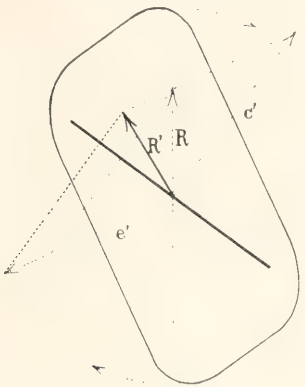


Abb. 3.

nicht verlassen darf — aufgeben. Die Abb. 3 veranschaulicht uns das noch besser. Wir sehen, daß die Komponente „e'", rebus hic stantibus, gewachsen ist, und da müßte auch freilich die Resultante von „R" nach „R'" ziehen. Aber die Angriffspunkte der Kraft des Widerstandes waren ja früher an der vorderen Hälfte von der Längsachse, an beiden vorderen Seiten, angebracht. Jetzt befindet sich jedoch die hintere rechte Seite (Fläche) ganz und die linke zum größten Teile in der hinteren Hälfte des Tieres. Wenn man aber an einem zweiarmigen Hebel, und das stellt der Körper der Vetella auch vor, das hintere Ende nach links schiebt, so muß dadurch — wenn der Stützpunkt in der Mitte liegt — das vordere Ende gerade um soviel umgekehrt, nämlich in diesem Falle nach rechts ablenken.

Also die Genialität geht in der Tat noch weiter, und die Velella verfügt, wie wir sehen, in ihrer Art des Bremsens noch immer über Mittel, die ihr gestatten sich nicht vom Winde in seine Richtung fangen zu lassen. Die Resultante „R'" muß also wieder in die vorgeschriebene Richtung „R" gelangen, nur ist sie, wie es schon aus der Figur ersichtlich ist, wieder kleiner geworden.

Die Velella kann somit, indem sie wie eine Feder leicht ist, schon von dem schwächsten Winde getrieben werden, und andererseits kann sie sich vor dem zu schnellen Fluge durch ihre ganz spezifische Art von Bremse wehren. Und was das wichtigste ist, sie behält stets dieselbe Lage ihres Körpers dem Winde gegenüber bei; sie ist also wahrlich durch die permanente Stellung ihres Segels ein „Segler bei dem Winde".

Wir haben als die Vorrichtung der Retention, des Bremsens, den Umschlag der Falten der hinteren Hälfte angenommen, warum auch nicht der vorderen? Ich glaube, daß die Biegung auch noch der vorderen Seiten resp. Flächen nicht viel mehr dazu beitragen könnten. Denn, wenn man eine Fläche gegen einen Widerstand oder überhaupt gegen eine Kraft wirken läßt, so kann eine andere ebensolche knapp vor ihr oder nach ihr liegende, mit ihr parallellaufende Fläche gar nichts daran ändern. Der Umschlag des hinteren Saumes kann aber noch die Bedeutung haben, daß das gefangene Plankton unter der Subumbrella aufgehalten, aufgestaut wird, damit es nicht bei einem zu raschen Fluge zu eiligst unter dem Körper davon läuft. Fände das auf der vorderen Hälfte statt, so könnte die Beute gar nicht bis zum Magenstiel gelangen. Daß der Saum auch an der vorderen Hälfte des Körpers vorkommt, kann uns nicht überraschen, denn die Velella ist eben so gebaut, daß ihr Vorderteil dem hinteren ganz gleich ist und jederzeit der eine die Rolle des anderen übernehmen kann.

Nun aber wollen wir nur noch eine kleine, eventuelle Frage im vorhinein beantworten. Was würde geschehen, wenn sich nicht beide hinteren Falten umschlagen möchten oder nicht gleich stark wären? In diesem Falle ist es klar, daß die Velella von ihrem Kurse ablenken könnte, also steuern. Das tut sie aber nicht. Denn die Stellung ihres Segels dem Winde gegenüber ist geradezu ideal, und andererseits verfügt sie nicht über solche Fernsinne, mit denen sie eruieren könnte, ob sich eine größere Beute auf der linken oder rechten Seite ihres Kurses befindet. Das letztere ist aber auch verhängnisvoll genug für sie. Die Velellen werden, wie uns die Beobachtung lehrt, sehr oft gerade in Unmassen auf den Strand geschleudert, wobei sie natürlich zugrunde gehen müssen. Sie sind eben vollkommene pelagische Tiere, die nur an die Hochsee angepaßt sind, aber an diese in einer ganz besonderen, geradezu genialer Weise.

Was geben uns aber solche Beispiele der scharfsinnigsten Einrichtungen, die wir nach allem

unseren Denkvermögen unbedingt genial nennen müssen, in der unvernünftigen Natur zu denken? Daß sie eben nicht vernunftlos ist; daß das zufällige richtungslose Variieren, daß mit einem Worte der bloße Zufall das nie zustande bringen könnte. Können wir aber annehmen, daß die Velella mit einem vorgefaßten Entwurfe, mit Zirkeln und Linealen, mit Kräfteparallelogrammen und mit dem Behelfe der ganzen Mechanik zu Werke gegangen ist? Auch nicht. Aber ebenso wie die Naturgesetze, so scheint auch die zwingende Logik überall in der Welt zu walten. Auch wir vernünftigen Menschen erreichen nicht immer unser Ziel durch einen unfehlbaren Plan, sondern die Praxis korrigiert zu oft unsere Fehler und belehrt uns eines Besseren. Wenigstens aber ein gewisses Denkvermögen, das uns lehrt was besser und was schlechter, was für uns vorteilhafter und was nicht ist, müssen wir unbedingt besitzen. Wenn wir aber ein solches haben, dann können wir oft auch ohne glückliche Einfälle, ohne Invention mit diesem Vermögen allein schon sehr vieles erreichen und weiter fortschreiten. Und wenigstens dieses geistige Vermögen müssen wir auch den Tieren, ja auch den Pflanzen unbedingt konzedieren. Ich sagte „wenigstens", denn was wissen wir was in einem Tiere vorgeht. Wir glauben nur das zu wissen, was unser Bewußtsein uns lehrt. Es kann aber noch ein anderes Wissen in uns selbst und auch außer uns geben. Wenn uns also schon nach unserem bewußten Denken vorkommt, daß irgend etwas nicht nur nach den Gesetzen der Natur — denn außer diesen kann ja nichts in der Welt vorkommen, sie sind eben der Reflex der Welt — sondern auch mit erfinderischen Gaben außerordentlich glücklich und geistreich zusammengestellt ist, daß die Gesetze in einer vernünftigen Weise kombiniert und ausgenützt sind, also wenn wir etwas Rationelles, wirklich Sinnreiches wo immer finden, wer kann uns dann daran hindern, es auch als solches ansehen? Vor so ein Rätsel einmal gestellt, heißt aber dann nicht das Geniale leugnen, sondern im Gegenteil den Auktor, das Genie aufsuchen. Eine Frage, richtig gestellt, ist freilich noch nicht zugleich eine Beantwortung derselben, aber der erste Schritt dazu ist damit doch immer getan.

Einzelberichte.

Neue Beiträge zur Theorie und Praxis katalytischer Hydrierungen. II.

In Naturw. Wochenschr. N. F. XX, S. 396 (1921) war unter dem gleichen Titel eine Arbeit von R. Willstätter und E. Waldschmidt-Leitz[1]) referiert worden, die zu zwei wichtigen und weittragenden Folgerungen geführt hatte: Es war darin die für die Praxis hochbedeutsame Entdeckung mitgeteilt worden, daß „katalytische Hydrierung durch Platin und Palladium als Mohr und als Oxyd nur bewirkt wird, wenn diese Sauerstoff gebunden enthalten". Der Vorgang der Anlagerung von Wasserstoff bedürfe also notwendig seines Antagonisten, des Sauerstoffs! Es war ferner die für die Theorie des Hydrierungsvorgangs wichtige Auffassung formuliert worden, daß jene Wirksamkeit des Sauerstoffs auf der intermediären Bildung eines Peroxyds, etwa der Formel $Pt\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}$, beruhe, das mit Wasserstoff in ein Peroxydhydrid der Formel $\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!Pt\!<\!\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}$ übergeht. „Danach beruht die Wasserstoffübertragung auf einem Spiele zwischen zwei Valenzstufen des Platins." Willstätter fügt allerdings hinzu, daß beim Nickel (das in der Fetthärtung weitaus wichtigste Katalysatorenmaterial) „die den Wasserstoff übertragenden Sauerstoffstufen nicht peroxydisch sind".[2])

Wie zu erwarten, haben diese Mitteilungen Aufsehen gemacht. Eine Reihe von Arbeiten zu dem Thema haben die beiden Hauptbefunde einer eingehenden kritischen Prüfung unterzogen. Es soll darüber im folgenden berichtet werden.

Unter den Veröffentlichungen, die sich auf den rein experimentellen Inhalt der Willstätterschen Arbeit beziehen, nehmen naturgemäß die Arbeiten der Industriechemiker, die mit Hydrierungen in großem Maßstabe eng vertraut sind, die Hauptstellung ein. Als Erster hat C. Kelber[3]) die Richtigkeit der Beobachtungen Willstätters bestritten. Ihm war ein besonderer Einfluß der Luft, also des Sauerstoffs, bei Hydrierungen nie aufgefallen. Bei einer Nachprüfung der Willstätterschen Arbeit wurde bestätigend gefunden, daß eine Erhöhung der Aktivität des Katalysators infolge Sauerstoffbeladung nicht stattfindet. Bei diesem glatten Widerspruch muß jedoch auf einige Unterschiede in der Methode beider Autoren aufmerksam gemacht werden. Willstätter gewann sein katalytisch wirkendes Nickel aus dem Oxalat, das durch Glühen in das Oxyd, dieses durch Reduktion in das Metall übergeführt wurde. Kelber geht aus vom basischen Nickelkarbonat. Der hieraus dargestellte Katalysator soll nach seinen Untersuchungen dem aus Oxalat gewonnenen überlegen sein. Kelber hält es für nötig, zu derartigen Vergleichsversuchen „normal wirksame" Katalysatoren zu verwenden, damit eine etwaige „Inaktivität" nicht etwa der Minderwertigkeit des Katalysatormetalls an

[1]) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 54, S. 113, 1921.
[2]) Ebenda S. 120.
[3]) Ebenda S. 1701.

sich zur Last falle. (Hierzu ist zu fragen, welches Kriterium für „normale" Wirksamkeit denn besteht? Auch das von W. bereitete Nickel katalysiert ja, wenn die Reduktion bei niederer Temperatur vorgenommen wurde. Ref.) Wenn Kelber die Hydrierung in einer Schüttelente vornahm, die vorher als Gefäß zur Darstellung des Nickels gedient hatte (so daß Umfüllen, also Lufteinwirkung vermieden wurde), so zeigte sich, daß bei 350—360° hergestellter Nickelkatalysator gut aktiv war! Ein Katalysator jedoch, der bei tieferer Temperatur als der angegebenen hergestellt war, war wesentlich geringer aktiv. Dies steht in vollem Gegensatz zu Willstätters Befunden. Sodann wurde der bei 350—360° hergestellte Nickelkatalysator mit Sauerstoff geschüttelt. Er nahm beträchtliche Mengen davon auf. Bei der nachfolgenden Prüfung auf Hydrierfähigkeit erwies sich der sauerstoffbeladene Katalysator jedoch völlig inaktiv! Auch dies steht in ganz auffallendem Widerspruch zu Willstätters Befund und verneint gerade den Kernpunkt von dessen Untersuchung, wonach der Sauerstoff zur Hydrierung unerläßlich sei. Ein zweiter Unterschied in der Arbeitsweise der beiden Forscher kann für diesen Widerspruch nicht verantwortlich gemacht werden. Er besteht darin, das Willstätter die Hydrierung bei 60°, Kelber aber bei 18—20° vornimmt. Denn einmal muß, im Sinne der W.schen Vorstellung vom Verlauf der Hydrierung, der Einfluß des Sauerstoffs immer der gleiche sein. Hier bewirkt er aber einander entgegengesetzte Wirkungen! Und auch die erhöhte Temperatur bei W. ist nicht ausschlaggebend, denn wäre sie von Einfluß, so müßten sich bei gewöhnlicher Temperatur wenigstens Andeutungen einer dem Sinne nach gleichen Wirkung des Sauerstoffs zeigen: werden doch die meisten Fetthärtungen und anderen Hydrierungen bei Zimmertemperatur, nicht aber erst bei 60° wirksam gemacht und praktisch angewendet. — Hier steht zunächst Behauptung gegen Behauptung.

Die Befunde Kelbers finden nun aber eine wertvolle Bestätigung durch eine soeben erschienene Arbeit von W. Normann, dem Bahnbrecher der technischen Hydrierungen.[1]) Die Arbeit Normanns zeichnet sich vor allem aus durch sorgfältigste Handhabung der Methodik, deren Hauptinhalt der absolute Ausschluß des Sauerstoffs war. Auch gegen Kelber kann noch der Einwand gemacht werden, daß zwar sein Katalysator und sein Versuchsapparat sauerstofffrei waren, nicht aber möglicherweise der von ihm benutzte Wasserstoff. Gerade auch hierauf legte Normann Gewicht. In der Tat zeigte sich der Wasserstoff, wie er in der Regel zu Hydrierungen benutzt wird, oft genug nicht völlig frei von Sauerstoff. Selbst der elektrolytisch dargestellte Wasserstoff enthält nach Normann häufig merkliche Mengen davon. Die Bezeichnung „garantiert rein" ist mithin cum grano salis, nicht wissenschaftlich exakt zu bewerten. Als Indikator selbst für Spuren von Sauerstoff diente eine unter Luftabschluß hergestellte alkalische Pyrogallollösung. Auch eine durch etwas Hydrosulfit eben entfärbte Lösung von Indigokarmin kann als Sauerstoffindikator dienen. Eine Spur davon färbt die Lösung alsbald blau. — Demnächst stellte Normann unter Berücksichtigung der vorerwähnten Umstände absolut sauerstofffreien Wasserstoff dadurch her, daß er elektrolytisch gewonnenen Wasserstoff über eine erwärmte Flocke von Palladiumasbest leitete, hierauf durch eine der genannten Indikatorlösungen schickte. Aus der Unveränderlichkeit der Lösungen ergab sich, daß der Normannsche Wasserstoff bestimmt rein war. Von einem Vergleich verschiedener Katalysatoren oder Arbeitsbedingungen sah Normann mit Fug ab. Es handelt sich in seiner Arbeit lediglich um die Hauptfrage, ob katalytische Hydrierungen ohne Sauerstoff möglich sind. Dennoch wurde selbstverständlich auf Sauerstoffabwesenheit auch in den Katalysatoren Wert gelegt. Als solche wurden verwendet das Chlorid und das Cyanid des Nickels. Die Hydrierung wurde vorgenommen an raffiniertem, mit Dampf ausgeblasenem Baumwollsaatöl. (Auf Abwesenheit von Luftspuren im Öl wurde wohl geachtet? Ref.) Das Ergebnis war ganz eindeutig und glatt zu erzielen. Es spricht gänzlich gegen Willstätter. Nickelcyanid reduzierte bei etwa 200° ohne Ermüdung 3 Stunden hindurch und lieferte ein talghartes Fett. Nickelchlorid mit einer Menge von 0,3 % Nickel reduzierte gleichfalls mehrere Stunden lang und lieferte ein festes „hochtalghartes" Fett! Endlich wurde auch ein Edelmetall zur katalytischen Hydrierung verwendet: 0,1 g Palladiumchlorür, in Wasser gelöst und auf Kieselgur niedergeschlagen reduzierten, härteten also Baumwollsaatöl genau so wie Nickel innerhalb 2 Stunden zu talghartem Fett. Normann kommt mithin zu dem Ergebnis, daß Sauerstoff zur Hydrierung im besonderen der Öle nicht unerläßliche Bedingung sei. „Die von Willstätter gemachten Beobachtungen erfordern wohl eine andere Erklärung." Diese Ergebnisse decken sich auch mit der industriellen Erfahrung, daß ein Sauerstoffgehalt von nur einigen Zehntelprozenten den Hydrierungsvorgang stört. Für die schon von Brochet[1]) gemachte Beobachtung, daß restlos reduziertes, also gänzlich sauerstofffreies Nickel inaktiv sei, gibt Normann eine einleuchtende, weil experimentell beglaubigte Erklärung: selbst bei niedriger Reduktionstemperatur sintert das reduzierte Metall zusammen, büßt also an Oberfläche ein. Die Oberfläche aber, darin stimmt man überein, ist von wesentlichem Einfluß auf die Wirksamkeit des Katalysators. Ist dagegen ein Träger für das reduzierte Nickel anwesend, etwa Kieselgur, so verhindert dieser das

[1]) Ebenda 55, S. 2193, 1922.

[1]) Bulletin de la Soc. Chim. 15, S. 554, 1914.

Sintern, wahrt also die bedeutende Oberfläche und gestattet restlose Reduktion, die denn ein Metall von normalem Katalysatorenwert liefert.

Ein dritter Forscher, der sich gegen die Beobachtungen Willstätters kehrt, ist A. Skita.[1]) Skita, dessen wertvolle experimentelle Arbeiten auf dem Gebiet der katalytischen Hydrierungen ihn zu einem gewichtigen Gewährsmann machen, führte Parallelversuche dergestalt aus, daß unter sonst übereinstimmenden Bedingungen je eine Hydrierung in gewöhnlicher Weise, ohne besonderen Ausschluß von Sauerstoff, und eine solche mit bestgereinigtem Wasserstoff unter Sauerstoffausschaltung vorgenommen wurde. Reduziert wurden Pulegon und as.-p-Xylidin mit Platin und Palladium als Katalysatoren. Beide Stoffe lieferten in quantitativer Ausbeute die erwarteten Reduktionsprodukte, nämlich Menthon und 1-Amino-2·5-dimethyl-cyclohexan! Damit ist bewiesen 1. daß Sauerstoff auf die Geschwindigkeit so wenig wie auf den qualitativen Verlauf der katalytischen Hydrierung irgendwelchen Einfluß hat; daß 2. die Bildung eines Superoxyds als intermediärer Katalysator nicht angenommen werden muß, denn in je einem der Versuche war auf absolute Abwesenheit jeglichen Sauerstoffs Wert gelegt worden. Ja, die von Skita ausgeführten Hydrierungen hätten überhaupt nicht vor sich gehen können, wenn die Bildung einer Superoxyds, wie Willstätter annimmt, die Voraussetzung für die Wirksamkeit des Platins wäre. Denn der völlige Ausschluß von Sauerstoff in einigen Versuchen schließt die Bildung eines Oxydes oder gar Peroxydes aus. Um aber sicher zu gehen, wurde von Skita weiterhin unmittelbar auf die Anwesenheit eines Superoxydes geprüft. Ein solches macht, auch in kleinsten Mengen, aus Jodiden bekanntermaßen Jod frei. Dieses läßt sich scharf nachweisen durch die Bläuung von Stärke und seine veilgefärbte Schwefelkohlenstofflösung. Aber eine kolloidale Platinlösung in Alkohol, der etwas Kaliumjodid zugefügt war und die mit Wasserstoff 2 Stunden lang geschüttelt wurde, zeigte auch nicht die Spur freien Jods an. Es war also ein Peroxyd sicherlich nicht gebildet worden. Ferner sollten Hydrierungen mit Platin als Katalysator in Gegenwart von Kaliumjodid überhaupt völlig negativ verlaufen, wenn die Annahme der Peroxydbildung zuträfe: das gebildete Superoxyd müßte sofort Jod frei machen, würde also verbraucht, der Katalysator wäre mithin wirkungslos. Wenn Skita jedoch der eben erwähnten jodidhaltigen Lösung Phenol zusetzte und mit Wasserstoff weiterhin schüttelte, so wurde in 2 Stunden das Phenol quantitativ in sein Reduktionsprodukt Cyclohexanol übergeführt. Auch dieser Befund ist ganz eindeutig gegen die theoretischen Vorstellungen Willstätters. Freilich beziehen sich dessen Mitteilungen auf Hydrierungen bei Temperaturen, die teilweise weit über Zimmertemperatur liegen. Es zeigte sich auch in Skitas Versuchen ein Einfluß der Temperatur, so daß hier experimentell noch nicht völlig klare Verhältnisse herrschen. Wohl aber darf man festhalten, daß für die Annahme einer Peroxydbildung keine experimentelle Begründung vorliegt.

Diesen Nachweis führt auch K. A. Hofmann[1]) in Versuchen über die Katalyse von Sauerstoff-Wasserstoffgemischen durch Platinmetalle. Auch diese belangvolle und inhaltsreiche Arbeit spricht sich entschieden gegen Willstätter aus. Ihr hier in erster Linie angehender Inhalt ist der Nachweis, daß weder chemisch noch in Potentialmessungen ein Anhalt für die Annahme eines Peroxydhydrids gegeben ist. In dem Schenkel eines U-Rohres war ein mit Platin getränktes Tonrohr befestigt, das von 17 proz. Schwefelsäure umgeben war. Nach mehrtägiger Sauerstoffbeladung konnte die Aktivierung des Sauerstoffs durch Jodabscheidung aus Jodid deutlich und sehr glatt nachgewiesen werden. Nunmehr wurde Wasserstoff zugeführt. Alsbald setzte die Katalyse kräftig ein, aber nicht die Spur von Jodabscheidung wurde noch bemerkt. Ganz sicherlich also ist die Knallgaskatalyse nicht mit dem Auftreten eines Peroxydes, das sich bei reinem Sauerstoff auf Platin leicht bildet, verknüpft. Ein zweiter Nachweis hierfür ist der folgende: wurde das U-Rohr mit einer 1 proz. Titansulfatlösung in 17 proz. Schwefelsäure gefüllt, so konnte niemals die für Hydroperoxyd so sehr kennzeichnende Gelbfärbung beobachtet werden, auch wenn Gemische von Wasserstoff und Sauerstoff mit großer Geschwindigkeit katalysiert wurden. Vielmehr trat nach längerer Beladung mit Wasserstoff die helle Veilfarbe des Titan-(3)-sulfates auf. (Wir erwähnen diesen Versuch, weil er ein schönes Demonstrationsstück für die Reduktionswirkung des an Platin aktivierten Wasserstoffes ist.) — Die auch von anderer Seite gemachte Beobachtung, daß Sauerstoff ermüdete Platinkatalysatoren belebt, erklärt Hofmann in sinnreicher Weise so, daß bei der Knallgaskatalyse (nur diese hat er untersucht. Ref.) neben den „physikalischen" Adsorptionskräften „die chemische Anziehung" eine bedeutende Rolle spielt. Denn es ließ sich nachweisen, daß Vorausbeladung des Platinkontaktes sowohl mit Wasserstoff einerseits, wie auch mit Sauerstoff im anderen Falle in gleicher Weise die Aufnahmefähigkeit für das zur Wasserbildung noch fehlende Element erhöht! Also kommt, zum mindesten in diesem Falle, dem Sauerstoff nicht eine spezifische Wirksamkeit zu. Und so dürfte sich seine Rolle in den von W. beschriebenen Fällen darauf beschränken, daß er auf den mit Wasserstoff übersättigten Katalysator reinigend in dem Sinne wirkt, daß die katalysierende Oberfläche sich mit dem zur chemischen Umsetzung nötigen anderen

[1] Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 55, S. 139, 1922.

[1]) Ebenda S. 573, 1922.

Partner der Katalyse, d. h. den zu reduzierenden Stoff beladen kann.

Zusammenfassend können wir den heutigen Stand des Problems der katalytischen Hydrierung so präzisieren: die Behauptung von Willstätter und Waldschmidt-Leitz, daß katalytische Hydrierungen „nur" bei Anwesenheit von Sauerstoff vor sich gehen, ist unzutreffend. Nicht nur ist der Sauerstoff per se unnötig, sondern zuweilen (so in der Fetthärtung[1])) sogar schädlich. In vielen Fällen kann er eine zur Erreichung des Katalysationspotentials nötige „Reinigung" des Katalysators bewirken. Hierauf dürfte es beruhen, daß neuerdings K. Heß[2]) mit erneuter Sauerstoffbeladung nach Ermüdung des Katalysators diesen wiederbelebte, was ausdrücklich auf Grund der W.schen Arbeit vorgenommen wurde.[3]) Die weitere hypothetische Vorstellung Willstätters, daß ein Platinsuperoxyd die katalytisch wirksame Zwischenstufe sei, ist gleichfalls experimentell so gut wie völlig unwahrscheinlich geworden. Immerhin wird es vieler Arbeiten bedürfen um in diese Verhältnisse entgültige Klarheit zu bringen. H. Heller.

Neue Misteluntersuchungen.

Während die Blütenbiologie unserer einheimischen Mistel (*Viscum album* L.) noch immer nicht völlig aufgeklärt ist, scheinen nun wenigstens dank der sorgfältigen Untersuchungen von E. Heinricher die Bestäubungsverhältnisse der rotbeerigen Mistel (*V. cruciatum*) sicher festgestellt zu sein.[4]) Von einer Frühjahrsbestäubung durch Insekten, wie sie nach v. Tubeuf auch bei dieser Mistel stattfinden soll, kann nach den Beobachtungen von E. H. keine Rede sein. Vielmehr weisen die Blütenverhältnisse ganz deutlich auf Windbestäubung hin. Die Blüten von *V. cruciatum* sind nämlich im allgemeinen noch kleiner und unansehnlicher als die unserer einheimischen Mistel. Auch konnte E. H. keine Nektarausscheidung wahrnehmen. Die zähklebrige Substanz, welche das Glänzen der Narbe verursacht, kann nicht als Nektar angesehen werden. Außerdem sind die männlichen Blüten deutlich gestielt und zeigen das Bestreben, sich nach abwärts zu neigen, wodurch die Ausschüttung der kleinen, staubförmigen Pollenkörner erleichtert wird. Zudem hat E. H. neuerdings auch bei Erschütterung der Pflanze deutliches Stäuben der männlichen Blüten beobachten können. Alle diese Einzelheiten deuten unzweifelhaft auf Windbestäubung hin, demgegenüber die stachlige Oberfläche der Pollenkörner kaum ins Gewicht fallen dürfte. Hoffentlich erhalten wir nun auch bald Klarheit über die Bestäubungsverhältnisse unserer einheimischen Mistel.

E. Schalow, Breslau.

[1]) Vgl. insbesondere die Arbeit von Normann.
[2]) Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. 54, S. 3014, 1921.
[3]) Der Berichterstatter bekam auch von befreundeter Seite mitgeteilt, daß sich Willstätters Methode experimentell in vielen Fällen bewähre, denen man bislang ratlos gegenüberstand.
[4]) Vgl. E. Heinricher, Über die Blüten und die Bestäubung bei *Viscum cruciatum*. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellschaft, Bd. XL, 1922.

Bücherbesprechungen.

Dahl, Friedrich, Vergleichende Psychologie oder die Lehre von dem Seelenleben des Menschen und der Tiere. 104 Seiten. Mit 25 Abbildungen im Text. Jena 1922, G. Fischer. 35 M.

Bezüglich des Seelenlebens besteht im Tierreich eine Stufenreihe, welche von den niederen Organismen allmählich zu dem Menschen hinaufführt. In diesem Sinne will der Verf. die Entstehung und Ausbildung des Bewußtseins betrachten. Da er Zoologe ist, könnte man erwarten, daß er die Entwicklung der psychischen Fähigkeiten mit der stufenartigen Ausbildung des Nervensystems in Beziehung setzte, aber er will rein psychologisch vorgehen und versteht unter Psychologie nur die Wissenschaft von den Bewußtseinsvorgängen. Dieser Standpunkt hat allerdings für die Tierpsychologie insofern etwas Bedenkliches, als man über das Bewußtsein und die Gefühle bei den Tieren am wenigsten Sicheres sagen kann.[1])

In dem ersten Abschnitt stellt Dahl solche Vorgänge zusammen, bei welchen er noch kein Bewußtsein annimmt, und bringt hier die Tropismen und Taxien der Pflanzen neben die Reflexe im menschlichen Körper. Der zweite Abschnitt soll „Bewußtseinsvorgänge einfachster Art" behandeln und betrifft die Lebensäußerungen bei Protozoen (Amöben und Infusorien), bei Cnidarien (Hydra), bei Echinodermen (Seestern) und bei Würmern. Man kann dem Verf. darin zustimmen, daß das Bewußtsein in dem Tierreich allmählich entstanden ist, aber es bleibt doch eine Sache subjektiver Schätzung, ob man mit Dahl bei den Ringelwürmern und speziell bei der Begattung der Regenwürmer das erste Anzeichen des Bewußtseins finden will. Eine Tierpsychologie, welche die Frage nach dem Bewußtsein und nach den Gefühlen in den

[1]) Die Tierpsychologie Dahls bildet in dieser Hinsicht einen Gegensatz zu der von mir vertretenen Ansicht, daß man die Begriffe der Tierpsychologie auf objektiv feststellbare Merkmale begründen muß. Ich habe darüber schon im Jahre 1907 eine Diskussion mit Dahl geführt (Zoolog. Anzeiger 32. Bd., 1907, S. 251—256) und meine Auffassung in meinen tierpsychologischen Büchern eingehend dargelegt (H. E. Ziegler, Der Begriff des Instinktes einst und jetzt, 3. Aufl., Jena 1920 und Tierpsychologie, Göschenbändchen, Berlin 1921). Ich sah meine Aufgabe gerade darin, eine von der Frage des Bewußtseins unabhängige Tierpsychologie zu begründen.

Vordergrund stellt, kann eben bei den niederen Tieren nur zu etwas willkürlichen Analogieschlüssen führen. — In den beiden folgenden Abschnitten betritt der Verf. sichereren Boden indem er die Sinnesorgane und die Sinneswahrnehmung betrachtet. Von da kommt er zu den Instinkten und Kunsttrieben, dann zu dem Gedächtnis und den höheren Geistesfähigkeiten. Er betrachtet die Instinkte ganz richtig als ererbte Fähigkeiten, aber er bringt sie mit Gefühlen in Verbindung, wie sie beim Menschen meistens mit Gefühlen zusammenhängen. Auch hier läßt sich wieder der Einwand machen, daß wir über die Gefühle der wirbellosen Tiere nur Vermutungen haben können. Dahls Auffassung der Tierseele paßt am besten auf die die höheren Wirbeltiere, bei welchen Analogieschlüsse vom Menschen aus am meisten Berechtigung haben.

Im ganzen sehe ich den Wert des Buches nicht gerade in den theoretischen Anschauungen des Verf., sondern in den zahlreichen Beispielen, welche das Buch lesenswert und anregend machen. Dahl nimmt vielfach auf die Insekten und die Spinnen Bezug und ist auf diesem Gebiet ein Kenner. Dies zeigt sich auch in dem Abschnitt, welcher die Tierstaaten behandelt. — Schließlich mag noch erwähnt werden, daß der letzte Abschnitt des Buches die Religion betrifft und daß der Verf. da von einer „Weltpsyche" spricht, welche „alle Materie durchdringt und auch in unserem Gehirn zur Wirkung kommt".

H. E. Ziegler (Stuttgart).

Fuchs, Dr. Franz, Grundriß der Funkentelegraphie in gemeinverständlicher Darstellung. Zwölfte neubearbeitete Auflage. 94 S. 160 Abb. München u. Berlin 1922, R. Oldenbourg. Geh. 40 M.

Das sehr empfehlenswerte Büchlein ist aus Demonstrationsvorträgen während des Krieges hervorgegangen. Zur Einführung sind die allgemeinen Grundlehren des Gleich- und Wechselstroms unter besonderer Berücksichtigung der in der Funkentelegraphie angewandten Apparate vorausgeschickt. Nach eingehender Behandlung der elektrischen Wellen sind die wichtigsten funkentelegraphischen Systeme in ihren Grundzügen gekennzeichnet. Neu hinzugefügt wurden in der zwölften Auflage Abschnitte über die Maschinensender von Nauen und Eilvese, die Rahmenantenne, den Hochfrequenzverstärker und die Röhrensender des Reichsfunknetzes. Besonders hervorzuheben ist die große Zahl der Abbildungen, von denen durchschnittlich fast zwei auf jede Seite kommen, sowie ihre praktische Anordnung.

Fricke.

Newcomb-Engelmanns Populäre Astronomie. 6. Aufl. Herausgegeben von H. Ludendorff. Mit 240 Abbildungen. Leipzig 1921, W. Engelmann.

Dieses ausgezeichnete Buch ist auch in seiner neuen Auflage sorgfältig durchgesehen und erweitert worden. Von den Herausgebern der vorigen Auflage sind inzwischen zwei gestorben, nämlich Schwarzschild und Kampf. An ihre Stelle sind Freundlich und Kohlschütter getreten. Besonders weitgehend umgearbeitet ist die Stellarastronomie. Erwähnenswert ist ferner, daß im ersten Teil Freundlich einen Abschnitt über die Entwicklung der Mechanik von Newton bis zur Gegenwart eingeschoben hat, in welchem auch die Relativitätstheorie Einsteins eine kurze Darstellung findet. Das Buch hat sich so sehr einen Platz in der guten populären Literatur erobert, daß sich eine erneute eingehende Würdigung erübrigt. Es gehört zu jenen Büchern, die der Fachmann ebenso gern zur Hand nimmt wie der gebildete Laie, ein Zeugnis für die glückliche Vereinigung von Volkstümlichkeit und Wissenschaftlichkeit. Zu rühmen ist die gute Ausstattung des Buches.

Miehe.

Richtigstellung.

In meinem Aufsatz „Die Eiszeit in Deutschland und der vorgeschichtliche Mensch" (Nr. 27 dieser Zeitschrift) bemerkte ich bei der Literaturangabe, daß in der neuesten Auflage von Wahnschaffes Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes zahlreiche Arbeiten dem Verf. entgangen sind. Hierzu erfahre ich, daß bei der großen Fülle des Stoffes der Neubearbeiter Herr Prof. Dr. Schucht erst einige Kapitel umarbeiten konnte und den größten Teil des Buches von der früheren Auflage übernehmen mußte. Ich freue mich, nach nochmaliger Durchsicht feststellen zu können, daß der von mir erhobene Vorwurf auf die von Herrn Prof. Schucht neubearbeiteten Teile nicht zutrifft.

Im Anschluß hieran teile ich mit, daß nach mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Solger auch der chinesische Löß in drei Stufen zerfällt, von denen die unterste rot, die mittlere rotbraun und die jüngste gelb gefärbt ist. Das ist ein neuer wichtiger Hinweis darauf, daß auch hier zeitliche Gegenstücke zu den periglazialen nordeuropäischen Lössen vorliegen. Der Entstehung nach gehört der chinesische Löß allerdings zu den „Steppenlössen", die sich in den Steppenoren der Umrahmung großer Wüsten bilden, während die „glazialen" Lösse Nordeuropas, Nordamerikas und Argentiniens durch Winde aufgeweht wurden, die als „Eisföhne" von den diluvialen Gletscherdecken herabwehten. Allerdings scheinen auch diese Steppenlösse heute nicht in dem Umfange weitergebildet zu werden, wie im Eiszeitalter. Hieraus ergeben sich wichtige Folgerungen, die ich bei weiterer Durcharbeitung dieser Frage eingehender behandeln werde.

Dr. K. Olbricht-Breslau.

Inhalt: Lazar Car, Velella spirans. (3 Abb.) S. 585. — **Einzelberichte:** Neue Beiträge zur Theorie und Praxis katalytischer Hydrierungen. II. S. 588. E. Heinricher, Neue Misteluntersuchungen. S. 591. — **Bücherbesprechungen:** Fr. Dahl, Vergleichende Psychologie oder die Lehre von dem Seelenleben des Menschen und der Tiere. S. 591. Fr. Fuchs, Grundriß der Funkentelegraphie. S. 592. Newcomb-Engelmanns populäre Astronomie. S. 592. — Richtigstellung. S. 592.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 29. Oktober 1922. | Nummer 44.

Das Verhältnis der Relativitätstheorie Einsteins zur Kantschen Erkenntnistheorie.

[Nachdruck verboten.]

Von **Hermann Kranichfeld.**

Die Einsteinsche Relativitätstheorie ist eine physikalische Theorie, doch erfahren durch sie die physikalischen Grundbegriffe eine so weitgehende Umgestaltung, daß sie zweifellos in ihren Konsequenzen auch auf das Grenzgebiet zwischen Naturwissenschaften und Philosophie, das die Erkenntnistheorie einnimmt, hinübergreift. Die Frage erhebt sich daher, ob sie überhaupt noch mit der bisherigen Erkenntnistheorie, soweit sie auf Kant zurückgeht, in Einklang gebracht werden kann. Auch für den Naturwissenschaftler, der nicht auf dem Standpunkt der Einsteinschen Relativitätstheorie steht, hat die Frage ein Interesse. Da es sich bei ihr zugleich um die erkenntnistheoretische Stellung der ganzen modernen Physik handelt, deren Gedanken Einstein zum Teil nur weitergeführt hat.

Zwei auf das Problem tiefer eingehende Schriften von Hans Reichenbach und Ernst Cassirer[1]) haben seine Lösung von entgegengesetzten Gesichtspunkten aus in Angriff genommen. Sie sind daher besonders geeignet zu einer kritischen Untersuchung der ganzen Frage anzuregen.

H. Reichenbach ist Vertreter der theoretischen Physik, Ernst Cassirer Philosoph und hervorragender Neukantianer. Beide stimmen insofern miteinander überein, als sie auf dem Standpunkt der Einsteinschen Relativitätstheorie stehen. H. Reichenbach war auf dem letzten Physikertag in Jena einer ihrer Hauptvertreter. Dagegen scheinen sie hinsichtlich der Übereinstimmung der Relativitätstheorie mit der Kantschen Erkenntnistheorie zu ganz entgegengesetzten Resultaten zu kommen. Nach Cassirer ist eine Übereinstimmung vorhanden, nach Reichenbach ist das nicht der Fall. Für ihn gibt es nur zwei Möglichkeiten: „entweder ist die Relativitätstheorie falsch oder die Kantsche Erkenntnistheorie bedarf in ihren Einstein widersprechenden Teilen einer Änderung" (S. 4). Für Reichenbach gilt die zweite Alternative.

Cassirer folgt bei seiner Untersuchung als Neukantianer in gewissem Sinne einer gebundenen Marschroute. Denn wenn eine Übereinstimmung zwischen der Einsteinschen Theorie, die er als richtig anerkennt, und Kant nicht vorhanden ist, muß er seinen philosophischen Standpunkt aufgeben. Es wird sich daher empfehlen bei unserer Prüfung der Frage von der Schrift Reichenbachs, welche ihr freier gegenübersteht, auszugehen.

Es handelt sich dabei zunächst nicht um die Aufgabe, die Richtigkeit der Einsteinschen Relativitätstheorie oder die der Kantschen Erkenntnistheorie festzustellen, sondern nur um die Frage, ob die beiden Theorien miteinander in Einklang stehen. Das Ergebnis derselben ist eine Klärung der hier in Betracht kommenden Begriffe. Sie ist zweifellos ein Bedürfnis auch der naturwissenschaftlichen Kreise. Mit ihr fällt dann aber auch ein Licht auf die beiden Theorien selbst.

Reichenbach faßt, wie der Titel seiner Schrift besagt, vor allem die Frage des a priori ins Auge, d. h. die Frage, ob das a priori Kants gegenüber den Tatsachen, auf welche sich die Einsteinsche Relativitätstheorie stützt, und gegenüber der Deutung, welche sie durch diese erfahren, noch aufrecht erhalten werden kann.

Kant nahm die reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit und die reinen Verstandesbegriffe oder Kategorien an, die nach ihm nicht aus der Erfahrung stammen können, weil sie die Voraussetzung der Erfahrung sind und durch sie die Erfahrung erst zustande kommt. Sie sollen, weil sie logisch der Erfahrung vorangehen, nicht a posteriori, sondern a priori sein.

Reichenbach läßt das a priori in gewissem Sinne gelten, unterscheidet jedoch bei dem Kantschen a priori zwei verschiedene Bedeutungen. Einmal heiße es „soviel wie apodiktisch gültig und für alle Zeiten gültig und zweitens bedeute es den Gegenstandsbegriff konstituierend" (S. 46). Nur in der zweiten Bedeutung will Reichenbach das a priori Kants gelten lassen. „Es war die große Entdeckung Kants, daß der Gegenstand der Erkenntnis nicht schlechthin gegeben, sondern konstituiert ist, daß er begriffliche Elemente enthält, die in der reinen Wahrnehmung nicht enthalten sind" (S. 47). Reichenbach will nichts von der empiristischen Philosophie wissen, „die glaubt alle wissenschaftlichen Sätze in einerlei Weise mit der Bemerkung: alles ist Erfahrung, abtun zu können". Sie habe den großen Unterschied nicht gesehen, der zwischen physikalischen Einzelgesetzen und allgemeinen Zuordnungsprinzipien bestehe, und ahne nicht, daß die letzteren für den logischen Aufbau der Erkenntnis eine ganz andere Stellung haben als die ersteren. Doch sind auch diese „aprioristischen

[1]) H. Reichenbach, Relativitätstheorie und Erkenntnis a priori. Berlin, Julius Springer, 1920. 110 S.
Ernst Cassirer, Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen. Berlin, Bruno Cassirer, 1921. 134 S.

Prinzipien", die er mit dem Kantschen a priori identifiziert, nach ihm dem Wandel unterworfen. Und gerade die Relativitätstheorie habe an ihnen die tiefgehendsten Abänderungen vollzogen.

Letzteres gilt zweifellos hinsichtlich der von Reichenbach als „aprioristisch" bezeichneten Prinzipien.

Die Spezielle Relativitätstheorie lehrt die Relativität aller Längen und Zeitmaße in den verschiedenen Bezugssystemen. Der Physiker hat nach ihr nicht nur das zu messende Objekt selbst, sondern zugleich die besonderen Bedingungen, unter denen die Messung erfolgt, mit ins Auge zu fassen. Denn je nach dem Bezugssystem ändern sich die Längen- und Zeitmaße, indem der bewegte Körper dem ruhenden gegenüber eine Verkürzung erfährt. Da nun alle Bewegung relativ ist und man bei zwei gegeneinander bewegten Körpern A und B ebensowohl A als bewegt und B als ruhend, wie B als bewegt und A als ruhend ansehen kann, so kann man auch „je nachdem man das Bezugssystem mit dem einen oder mit dem anderen Körper ruhen läßt, sowohl den einen wie den anderen als kürzer bezeichnen". Reichenbach gibt damit der Relativität der Längenbestimmung im Einsteinschen System den schärfsten Ausdruck. Sie enthält nach ihm keinen Widerspruch, wenn man die Länge als eine nur in Bezug auf ein bestimmtes Koordinatensystem definierte Größe ansieht. „Das, was wir als Länge messen, ist nicht die Relation zwischen den Körpern, — — sondern gleichsam nur eine Spiegelung der zugrundeliegenden Eigenschaft in die Darstellung eines einzigen Koordinatensystems." Einen unabhängigen Sinn erhält die in einem Koordinaten oder Bezugssystem ausgeführte Messung wohl insofern, als man „gleichzeitig die Transformationsformel auf jedes andere System angeben kann". Diese Transformationsformel ist die Lorentzsche. Mit ihrer Hilfe läßt sich ohne weiteres berechnen, wie die in einem Bezugssystem gemessene Länge in jedem anderen Bezugssystem ausfallen muß. Die Längenbestimmung bleibt aber natürlich auch in diesem wieder immer nur relativ.

Da in der Lorentzschen Transformationsformel das Zeitmaß mit dem Längenmaß funktionell verbunden ist, gilt die Relativität der Längenmaße auch für die Zeitmaße.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß sich damit, daß im Einsteinschen System die Längen- und Zeitmaße aus absoluten Größen zu relativen Größen werden, eins der wichtigsten, dem logischen Aufbau der Physik dienenden Erkenntnisprinzipien ändert.

Die Annahme, daß die Raum- und Zeitmaße absolute, allgemeingültige Maße seien, gehörte deswegen zu ihnen, weil alle Feststellungen der Physik auf Messungen beruhen. Die Methode der Messung ist für diese so wesentlich, daß die gegebenen Empfindungsinhalte, bevor sie Gegenstand physikalischer Behandlung werden können, erst in „meßbare Gedankensymbole" verwandelt werden müssen; Tonqualitäten werden in der Physik als Schwingungszahlen von Luftteilchen, Licht- und Farbentöne als bestimmte Frequenzen transversaler Ätherwellen oder elektromagnetischer Wellen beurteilt und gemessen.

Noch bedeutender ist die Abänderung der Erkenntnisprinzipien, welche die Allgemeine Relativitätstheorie mit sich führt. Um von den gemessenen Längen zu der bestimmten Anordnung im Raum zu kommen, muß noch ein System von Regeln für die Verbindung der Längen gegeben sein. Dazu diente in der klassischen Physik die euklidische Geometrie. Sie ist in der allgemeinen Relativitätstheorie durch die nichteuklidische zu ersetzen. Letztere war schon lange vor der Einsteinschen Relativitätstheorie entdeckt und besonders durch Riemann als ein System begrifflicher Konstruktionen in einem vierdimensionalen räumlich-zeitlichen Kontinuum entwickelt worden, das die gleichen Denknotwendigkeiten in Anspruch nehmen konnte, wie die euklidische Geometrie; doch hatte man diesen Konstruktionen nur eine abstrakte Denkmöglichkeit zugeschrieben, während die euklidische Geometrie die einzige Grundlage für die Wirklichkeitserkenntnis sein sollte. Die allgemeine Relativitätstheorie forderte nun, daß gerade diese nichteuklidische Geometrie zur Beschreibung der Wirklichkeit, also für die Physik zu verwenden sei.

Gilt die Einsteinsche Relativitätstheorie, so haben sich daher mit der Umwandlung der absoluten Raum- und Zeitmaße in nur relative Größen und mit dem Ersatz der euklidischen Geometrie durch die nichteuklidische in der Tat Erkenntnisprinzipien der Physik geändert, die für ihren bisherigen logischen Aufbau von größter Bedeutung waren.

Die Einsteinsche Theorie ist nun auf physikalischem Wege gewonnen. Es haben sich damit die betreffenden Erkenntnisprinzipien als von der empirischen Forschung abhängig erwiesen. R. leitet daraus den Satz ab, welcher den Hauptgedanken seiner Ausführungen enthält:

> „daß die aprioren Prinzipien der Erkenntnis nur auf induktivem Wege bestimmbar seien und jederzeit durch Erfahrung bestätigt und widerlegt werden können."

Es bedeutet dies nach ihm einen Bruch mit der kritischen Philosophie Kants.

Der Schluß wäre richtig, wenn Kant und Reichenbach unter „aprioristischen Prinzipien" das gleiche verständen. Das ist jedoch nicht der Fall. Die diesbezüglichen Ausführungen Reichenbachs beruhen auf einer Quaternio terminorum.

Reichenbach versteht unter aprioristischen Prinzipien die Erkenntnisprinzipien, welche dem „logischen Aufbau" der besonderen Wissenschaft, hier der Physik, dienen. Sie nehmen eine ausgezeichnete Stellung ein, weil sie nicht nur einzelne Gesetze, sondern den ganzen Aufbau der Spezialwissenschaft betreffen. Solche übergeordnete

Erkenntnisprinzipien, aus denen und mit deren Hilfe man die Einzelgesetze ableitet, gibt es zweifellos und ebenso zweifellos ist es, daß sie einer fortwährenden Umgestaltung unterworfen sind.

Sie sind wandelbar, weil sie, wenn sie auch nicht als solche in der Natur gegeben sind, doch nicht ohne stete Rücksicht auf die Erfahrung aufgestellt werden und darum mit dem Fortschritt der Wissenschaft immer wieder Berichtigungen erfahren müssen. Doch irrt sich Reichenbach, wenn er annimmt, daß Kant in dieser Hinsicht anders geurteilt habe.

Die stete Wandlung der in der empirischen Naturwissenschaft aufgefundenen Erkenntnisprinzipien, die Reichenbach im Auge hat, wird von Kant nicht nur als Tatsache behauptet, sondern prinzipiell gefordert. Nach Kant ist das Ziel der empirischen Wissenschaft allerdings ein letztes Prinzip der Erfahrung, in dem alle Erfahrungstatsachen aufgehen sollen. Wäre dies Ziel erreicht, so würden alle Erfahrungswissenschaften nur eine Wissenschaft bilden, es gäbe ein einheitliches, unveränderliches System aller menschlichen Erkenntnis. Diesem Ziele soll die Naturwissenschaft ununterbrochen zustreben. „Sie soll bei aller Erweiterung stets zugleich die Einheit ihrer Erkenntnisse im Auge behalten und fortwährend bestrebt sein, alle ihre Teile zu einem Ganzen der Wissenschaft zu vereinigen" (K. Fischer). Doch ist dies Ziel nach Kant prinzipiell unerreichbar, denn es ist nur eine Vernunftidee, d. h. eine Forderung der Vernunft, deren Erfüllung — wie die aller anderen Kantschen Vernunftideen — niemals gegeben ist, der sich vielmehr die Erfahrung nur nähern kann. Bei der Aufstellung der Gesetze und ebenso der Reichenbachschen „aprioristischen" Erkenntnisprinzipien folgen wir der Forderung der Vernunft, eine Einheit herzustellen. Sie sind gedacht, ehe sie in der Erfahrung gefunden werden, aber wir stellen sie auf im Hinblick auf die Erfahrung, d. h. im Hinblick auf die Möglichkeit, die gegebenen Beobachtungen einem einheitlichen Prinzip unterzuordnen. Wir haben so auch nach Kant bei Aufstellung der betreffenden Gesetze und Erkenntnisprinzipien ein formales Prinzip: die Forderung der Vernunft, eine Einheit herzustellen und ein materielles Prinzip: die gegebenen Beobachtungen, welche der Einheit untergeordnet werden sollen, zu unterscheiden. In dem Augenblick, wo die Wissenschaft Tatsachen ermittelt, welche mit den bis dahin geltenden Erkenntnisprinzipien in Widerspruch stehen, müssen wir gemäß dem formalen Prinzip, d. h. gemäß der Forderung eine Einheit herzustellen, ein neues Erkenntnisprinzip aufsuchen.

Wenn daher die Relativitätstheorie versucht, der Forderung der Vernunft, den Widerspruch zwischen dem Fizeauschen und dem Michelsonschen Versuch und zwischen der klassischen Mechanik und der Elektrodynamik aufzuheben, dadurch zu entsprechen, daß sie das Erkenntnisprinzip der absoluten Längen- und Zeitmaße durch das Erkenntnisprinzip der relativen Längen- und Zeitmaße ersetzt, so ist das durchaus kein Bruch mit der Kantschen Auffassung der empirischen Naturwissenschaft. Ob der Ersatz richtig und angängig ist, ist eine Frage für sich; aber der Versuch selbst liegt ganz in der Richtung der Kantschen Gedanken.

Von den sowohl nach Kant wie nach Reichenbach sich ändernden methodologischen Erkenntnisprinzipien der empirischen Naturwissenschaft total verschieden ist das a priori Kants. Es ist von den Ergebnissen der empirischen Forschung unabhängig, weil alle Urteile der letzteren nach Kant erst durch dasselbe, d. h. durch die Kategorien und Grundsätze des reinen Verstandes zustande kommen. Ohne die Geltung dieser hätten auch die Urteile der empirischen Forschung keine Geltung. Die Geltung der Kategorien und der Grundsätze des reinen Verstandes ist darum nach Kant die Voraussetzung der Geltung der Urteile der empirischen Forschung; diese ist von jener abhängig, nicht umgekehrt. Man kann sich die Auffassung Kants an dem Beispiel des Boileschen Gasgesetzes, das Reichenbach als ein Erkenntnisprinzip in seinem Sinne anführt, deutlich machen. In der Formel desselben: $p \cdot V = R \cdot T$ wird das Abhängigkeitsverhältnis, in welchem Gasdruck (p), Temperatur (T), Gasvolum (V) und die Konstante für den Ausdehnungskoeffizienten (R) zueinander stehen, wiedergegeben. Das Gasgesetz gehört der empirischen Forschung an; es kann sich daher eventuell, wenn eine genauere Feststellung der physikalischen Verhältnisse erfolgen sollte, ändern. Das ist die Behauptung Reichenbachs; sie entspricht aber auch vollständig der Auffassung Kants. Was aber nach Kant in diesem Gesetz unverändert seine Geltung behauptet, sind die seiner Aufstellung zugrunde liegenden Kategorien und Grundsätze des reinen Verstandes. Bestände z. B. der sog. mathematische Grundsatz der Quantität, daß alle Erscheinungen extensive Größen sind, nicht mehr zu recht, dann würde ein Messen der Temperatur, des Gasvolumens und des Gasdruckes, sowie eine Feststellung der Konstante R nicht möglich sein. Ebenso muß invariant sein der Grundsatz der Kontinuität und Stetigkeit; ohne ihn wäre eine Interpolation zwischen zwei Messungen ausgeschlossen. Gelte ferner der Grundsatz der Kausalität, „daß alles, was geschieht, etwas voraussetzt, worauf es nach einer Regel folgt", nicht mehr, dann ließen sich überhaupt keine Gesetze aufstellen.

Mit dieser Widerlegung des Reichenbachschen Einwandes ist nun freilich noch nicht bewiesen, daß sich die Relativitätstheorie wirklich mit der Kantschen Erkenntnistheorie im Einklang befindet.

Es handelt sich schon bei der Speziellen Relativitätstheorie nicht nur darum, daß durch dieselbe irgendwelche methodologische Erkenntnis-

prinzipien überhaupt eine Änderung erfahren, sondern daß diese Abänderungen gerade die für das Kantsche System so wichtigen Raum- und Zeitbegriffe betreffen. Noch tiefer in die Kantsche Vorstellungswelt greifen die naturwissenschaftlichen Begriffe der Allgemeinen Relativitätstheorie ein. Sie führen zwar nur die Vorstellungen weiter, auf denen die ganze moderne Physik beruht. Diese steht aber im scharfen Gegensatz zur klassischen Physik und Mechanik Newtons, und gerade dessen Hauptwerk Philosophiae naturalis principia mathematica bildete für Kant „den festen Codex der physikalischen Wahrheit". Nach Cohen-Marburg wollte Kant nichts anderes sein als der philosophische Systematiker der Newtonschen Naturwissenschaft. Ist nun diese nicht nur durch die Allgemeine Relativitätstheorie, sondern auch — darauf beruht das allgemeine Interesse, welches das uns jetzt beschäftigende Problem in Anspruch nimmt — durch die ganze Entwicklung der modernen Physik ins Wanken gekommen, dann drängt sich uns eben doch die Frage auf, ob nicht mit dem naturwissenschaftlichen Fundament, in welchem das philosophische System Kants verankert war, auch die Geltung der Kantschen Erkenntnistheorie erschüttert ist und eventuell wesentlich eingeschränkt werden muß.

Das ist der Gesichtspunkt, von dem aus Cassirer unser Problem behandelt.

Die Veränderung der ganzen naturwissenschaftlichen Auffassung seit Newton ist jedenfalls eine tiefgehende und weitgreifende.

Dem Newtonschen Natursystem lagen die Begriffe, des Raumes, der Zeit, der Kraft und der Masse zugrunde. Newton hatte den alten Dualismus von Raum und Masse, den schon Demokrit aufgestellt hatte, beibehalten. In dem Raum, der für Newton eine physikalische Realität war, befinden sich nach ihm die Massen wie in einem allgemeinen Behältnis. Die Quantität der Massen und die Entfernungen, in welchen die einzelnen Massen sich voneinander befinden, gehen als Hauptfaktoren in sein Gravitationsgesetz ein; sie bilden die Grundbestimmungen, aus denen sich nach ihm das All aufbaut. Newton machte garnicht den Versuch, diesen Dualismus in eine Einheit zusammenzufassen. Das ist jedoch in der neueren Physik geschehen. In dem elektro-magnetischen Felde hat sie einen Mittelbegriff geschaffen, der den Begriff der „Materie" und des „leeren Raumes" ausfallen läßt. Die Physik des elektromagnetischen Feldes „kennt weder den bloßen unterschiedslosen Raum an sich, noch eine Materie an sich, die nachträglich in diesen fertigen Raum eingeht, sondern legt die Anschauung einer nach einem gewissen Gesetz bestimmten und ihm gemäß qualifizierten und differenzierten Mannigfaltigkeit zugrunde" (Cassirer). Das „Feld" bedarf nach der Auffassung, welche z. B. Mie vertritt, nicht mehr der Materie als seines Trägers, die Materie ist vielmehr nur eine besondere Differenzierung des „Feldes". Ebensowenig kann von einem leeren Raume die Rede sein, da das „Feld" den ganzen Raum einnimmt.

Ein zweiter Dualismus bestand bei Newton zwischen Materie und Kraft. Es sind fernwirkende Kräfte, welche nach der Gravitationslehre Newtons die „trägen" Massen in Bewegung versetzen. Die neuere Physik hatte zunächst den Begriff der Kraft als der Ursache der Beschleunigung durch den Begriff der Energie ersetzt. In dem Gesetz der Erhaltung der Energie und der Erhaltung der Masse blieb freilich der alte Dualismus bestehen; doch ergab die moderne Elektronentheorie (Kaufmann), daß die Masse eines Elektrons sich mit der Geschwindigkeit desselben rasch vergrößert, sobald die Geschwindigkeit sich der Lichtgeschwindigkeit nähert. Die Masse, d. h. die Trägheit ist daher nicht unveränderlich, sondern wächst mit ihrer Bewegung und ihrer elektrischen Ladung; es wird durch diese der Geschwindigkeitsänderung ein immer größerer Widerstand entgegengesetzt; ein solcher Widerstand ist aber das Maß der Masse. Man kommt beim Weiterverfolgen dieses Gedankens zu der Auffassung, daß die angeblich „schwere" Masse der Elektronen gleich o zu setzen ist. Das Elektron besitzt keine materielle, sondern nur elektromagnetische Masse. Und da das materielle Atom nur ein System von Elektronen ist, die Materie aber aus Atomen besteht, so gelten für die Materie nur noch die Gleichungen für die elektromagnetische Masse, d. h. die Gleichungen für das elektromagnetische Feld. An Stelle der Bewegung der Massen gibt es dann nur noch ein Fortschreiten von Abänderungen im elektromagnetischen Felde. „Es sind nur Verdichtungen des Feldes, was wir bisher als Materie bezeichneten. Es hat darum keinen Sinn, von einer Wanderung materieller Teile als einem Transport von Dingen zu reden; was stattfindet, ist ein fortschreitender Verdichtungsprozeß, der eher der Wanderung einer Wasserwelle verglichen werden kann." Die Fernwirkungen sind damit zugleich durch Nahewirkungen ersetzt. Die allgemeine Relativitätslehre Einsteins zieht nur die letzte Konsequenz aus diesen Vorstellungen. Auch für sie gibt es keinen Raum an sich mehr und keine raumerfüllende Substanz, mag man sie als Materie oder als Äther bezeichnen; ebenso keine Kraft an sich. Sie kennt Raum, Kraft und Materie nicht mehr als gesonderte physikalische Gegenstände, sondern nur noch die Einheit bestimmter Funktionsverhältnisse.

Wie die Spezielle Relativitätstheorie das Rätsel eines Widerspruchs in den Ergebnissen der exakten Forschung, nämlich des Widerspruchs zwischen den Fizeauschen und den Michelsonschen Versuchen löst, so löst die Allgemeine Relativitätstheorie das Rätsel einer seltsamen Übereinstimmung derselben, nämlich der längst bekannten, aber in neuester Zeit durch Eötvös noch besonders mit den Mitteln schärfster physikalischer Messung festgestellten Äquivalenz von Trägheit

und Schwere, d. h. der Gleichheit des Widerstandes, welchen ein Körper seiner Bewegung in horizontaler Richtung entgegensetzt, und des Widerstandes, welcher erforderlich ist, um das Eintreten der Fallbewegung in vertikaler Richtung zu verhindern. Diese Äquivalenz war bekanntlich die physikalische Grundlage, von der aus Einstein die Allgemeine Relativitätstheorie aufstellte.

Diese ganze Auffassung der Natur ist jedenfalls von der Newtons und Kants wesentlich verschieden. Wird durch sie auch das a priori Kants geändert?

Hinsichtlich der sog. mathematischen Kategorien und Grundsätze ist dies nicht der Fall. Daß in allen Erscheinungen „die Empfindung und das Reale, welches ihr an dem Gegenstand entspricht eine intensive Größe, d. i. einen Grad haben muß", gilt nach wie vor. Denn wenn gar kein Eindruck und keine ihm entsprechende Empfindung davon da ist, kann überhaupt keine Wahrnehmung des Gegenstandes stattfinden. Alle Erscheinungen müssen ferner, wie wir schon gesehen haben, extensive Größen sein, sonst gäbe es keine Physik; denn diese besteht im Messen, und Messen ist nur bei extensiven Größen möglich; sie müssen endlich kontinuierliche Größen sein, sonst könnte das Messen nie zu Ende geführt werden, da Interpolationen zwischen zwei Messungen nur unter der Voraussetzung der Stetigkeit der Größen zulässig sind. Die drei mathematischen Grundsätze sind daher unverändert in Geltung.

Bei den Kategorien und Grundsätzen der Relation verhält es sich anders. Da in der neueren Physik die drei Newtonschen Grundgesetze: das Gesetz der Trägheit, der Proportionalität von Kraft und Beschleunigung und der Wechselwirkung nicht mehr anerkannt werden — sie kommen in Wegfall, wenn es keine Einzeldinge, keine zwischen diesen Einzeldingen wirkenden Kräfte und keine Fortbewegung materieller Teile gibt — geht die neuere Physik in bezug auf die Auffassung der Grundbegriffe Substanz, Kausalität und Gemeinschaft, also der Grundbegriffe der Relation, „über Kant hinaus" (Cassirer). Nach Kant war die Materie die Substanz. Diese Auffassung ist bei den modernen physikalischen Anschauungen nicht mehr möglich. Denn Substanz soll das sein, „was im Wechsel der Erscheinungen beharrt, dessen Quantum in der Natur weder vermehrt noch vermindert wird". Der Grundsatz der Erhaltung der Materie gilt aber nicht mehr; sie kann in Energie übergehen und durch Aufnahme von Energie vermehrt werden. Bei dem Grundbegriff der Gemeinschaft bzw. der Wechselwirkung, welche uns die Gemeinschaft erkennen läßt, stand Kant die gegenseitige Anziehung der Körper und ihrer Teile vor Augen. Sie allein läßt uns nach Kant das Zugleichsein zweier Gegenstände bzw. der Teile eines Gegenstandes und damit der Gemeinschaft objektiv erkennen. Auch diese Vorstellung fällt in der modernen Physik. Endlich kann der Kausalität nicht mehr wie bei Kant die Vorstellung einer der wirkenden Kraft entsprechenden Bewegungsbeschleunigung zugrunde gelegt werden. Dabei muß der Kantsche Grundsatz der Kausalität: „Alles was geschieht, setzt etwas voraus, worauf es nach einer Regel folgt" in gewissem Sinne bestehen bleiben. Denn auch die moderne Physik stellt Gesetze auf. Nur hat man das „folgen" nach Schottky nicht im zeitlichen, sondern im funktionellen Sinne zu nehmen — „wenn ich das und das festgestellt habe, so passiert das und das" — und die Begriffe „Ursache und Wirkung" durch den Begriff der Funktion zu ersetzen, so daß die moderne Physik im Grunde genommen auf das schon von Mach aufgestellte Kausalitätsprinzip hinauskommt: „das Kausalgesetz ist hinreichend charakterisiert, wenn man sagt, es setze eine Abhängigkeit der Erscheinungen voneinander voraus".

Die Auffassung der Kategorien der Modalität, der Grundbegriffe der Möglichkeit, Notwendigkeit und Wirklichkeit hängt wieder wesentlich vom philosophischen, nicht vom physikalischen Standpunkt ab. Auf sie geht Cassirer nicht ein, wie er auch hinsichtlich der Kategorien und Grundsätze der Relation nur sagt, daß Kant seine „Analogien der Erfahrung" im wesentlichen nach den drei Newtonschen Grundgesetzen gestaltet habe, und daß es deswegen unbestreitbar sei, daß in der modernen Physik ein Schritt über Kant hinaus getan sei. Was für Cassirer im Vordergrund des Interesses steht, ist nicht die Frage, ob die Kategorien und Grundsätze des reinen Verstandes noch gelten, sondern ob die Kantsche transzendentale Ästhetik ein Fundament sei breit und fest genug, um nicht nur das Gebäude der klassischen Mechanik, sondern auch das der modernen Physik zu tragen; denn die Lehren vom Raum und von der Zeit sind nach Cassirer das eigentliche a priori der Physik. Die zweite Frage, die ihn beschäftigt, ist das Problem, ob sich bei der modernen Physik, speziell bei der Einsteinschen Relativitätstheorie, noch die Vernunftidee Kants der Einheit der Natur festhalten läßt. Inbetreff der zweiten Frage berühren sich seine Ausführungen mit denen Reichenbachs, nur sieht er in den Wandlungen der methodologischen Prinzipien der empirischen Forschung nicht einen Widerspruch mit der Erkenntnislehre Kants, sondern den von Kant geforderten Fortschritt zur einheitlichen Auffassung der Natur.

Es handelt sich dabei nicht nur um die Widersprüche zwischen den Ergebnissen der empirischen Forschung, wie sie bei den Versuchen von Fizeau und Michelson und in den Gleichungen der klassischen Mechanik und den Maxwell-Hertzschen Grundgleichungen der Elektrodynamik hervortreten und in der Speziellen Relativitätslehre durch die Lorentzschen Transformationsformeln ihre Lösung gefunden hatten. Dem Formalprinzip der empirischen Forschung, der Forderung einer einheitlichen Naturauffassung, entsprach

es auch nicht, daß die allgemeinen Naturgesetze wohl in gleicher Weise für alle gleichförmig bewegten Bezugssysteme gelten sollten, nicht aber für die Bezugssysteme mit beschleunigter Bewegung. In der Allgemeinen Relativitätstheorie wird ihre Geltung auch auf letztere ausgedehnt. Die allgemeinen physikalischen Gesetze erhalten in ihr eine Form, in der sie ihre Gültigkeit auch für die Bezugssysteme mit beschleunigter Bewegung bewahren. Aber während nach der Speziellen Relativitätstheorie sich die Längen- und Zeitmaße nur von einem Bezugssystem zum anderen ändern, d. h. je nachdem der Beobachter bewegt oder in Ruhe ist, sind sie nach der Allgemeinen Relativitätslehre von dem Gravitationspotential des Ortes des beobachteten Gegenstandes abhängig und ändern, da das Gravitationspotential im allgemeinen an den verschiedenen Orten verschieden ist, von Ort zu Ort. Damit wird auch die letzte absolute Größe, die es nach der Speziellen Relativitätstheorie noch gab, die Lichtgeschwindigkeit, relativiert. Auch sie ist verschieden und nur noch gleich an Orten mit gleichem Gravitationspotential.

Die Einheit der Naturauffassung, die dadurch gewonnen wurde, daß die allgemeinen Naturgesetze für alle Bezugssysteme, sowohl die mit gleichförmiger wie die mit beschleunigter Bewegung gelten, scheint damit wieder aufgehoben zu sein. Die Beobachter kommen, da die Raum- und Zeitmaße je nach ihrem Standort verschieden sind, zu ganz verschiedenen Resultaten der Messung. Laue sagt darüber: „Ort und Zeit der beobachteten Veränderung an einem Himmelskörper kann nur auf Grund der optischen Gesetze festgestellt werden. Daß zwei verschieden bewegte Beobachter, wenn jeder sich selbst als ruhend betrachtet, diese Einordnung auf Grund derselben Naturgesetze (nach der Relativitätslehre) verschieden vornehmen, enthält keine logische Unmöglichkeit".[1]) Die Messungen, die je nach dem Standort der Beobachter verschieden ausfallen, sind daher nicht objektiv oder allgemeingültig. Doch sind diese verschiedenen Resultate nicht unabhängig voneinander. Sie entsprechen sich wechselseitig und sind nach bestimmten Regeln einander zugeordnet. Nach den Lorentztransformationsformeln kann man berechnen, wie die Längen- und Zeitmaße, die in einem Bezugssystem mit der Geschwindigkeit v gemessen sind, bei einer Messung an dem Bezugssystem mit der Geschwindigkeit v' ausfallen müssen. Die gegenseitige Zuordnung der an verschiedenen Orten verschiedenen Längen- und Zeitmaße bleibt auch in der Allgemeinen Relativitätslehre bestehen. Und diese gesetzlichen Beziehungen, die in dem von Einstein für sie aufgestellten Systeme von Gleichungen zum Ausdruck gebracht sind, sind nach Relativierung aller Raum- und Zeitmaße die letzte objektive allgemeingültige Erkenntnis.

[1]) Vgl. oben S. 595.

Diese Einheit der naturwissenschaftlichen Auffassung oder der Natur, wie sie Einstein lehrt, unterscheidet sich wesentlich von der Kants. Nach Kant hat es der empirische Naturforscher nur mit der Erscheinungswelt zu tun und die Beziehungen zwischen den Gegenständen derselben festzustellen, indem er sie in meßbare Gedankensymbole verwandelt, ihre Größen nach absoluten Längen- und Zeitmaßen bestimmt und diese miteinander vergleicht. In den absoluten Längen- und Zeitmaßen besitzt er gewissermaßen den Generalnenner, auf welchen er alle Erscheinungen bringen kann. In der Allgemeinen Relativitätstheorie ist der Generalnenner ein anderer geworden. An die Stelle der absoluten Längen- und Zeitmaße, die es für sie nicht mehr gibt, tritt das für alle relativen Einzelmessungen geltende Gesetz der gegenseitigen Zuordnung. Wir haben hier nicht mehr eine Einheit von Dingen, sondern von Gesetzen und Relationen. Die Gegenstände tauchen daher in dem von Einstein aufgestellten System von Gleichungen, wie bei den Maxwell-Hertzschen Grundgleichungen, unter, in dem die Gleichungen für alle Orte in gleicher Weise Geltung haben, mögen es die Orte der Gegenstände oder Orte zwischen den Gegenständen sein. Die Grenzen der Gegenstände verschwinden in den Gleichungen. Ebenso aber auch die Unterschiede zwischen Raum und Zeit.

Soll das Einsteinsche System von Gleichungen die Form der für alle Orte und Zeiten in gleicher Weise geltenden allgemeinsten Gesetze sein, so müssen die Gleichungen invariant sein gegen die gemessenen Zeit- und Raumgrößen, von denen jede nach Einstein ja nur relative Geltung hat. Die vier Koordinaten der gemessenen Zeit- und Raumgrößen treten daher in den Gleichungen als die variabeln Größen x_1, x_2, x_3, x_4 auf. Da die Gleichungen gegen sie doch invariant sind, verschwindet auch der Unterschied zwischen den drei Raumkoordinaten und der Zeitkoordinate. Die Zeitkoordinate ist nicht mehr ausgezeichnet, wie noch in den Gleichungen der Minkowskischen Weltformel. Es kann jede der vier Koordinaten als Zeitkoordinate gelten. Damit ist freilich nicht gesagt, daß der empirische Naturforscher etwa aufhörte, „das Kontinuum, das er Raum nennt, von dem Kontinuum, das er Zeit nennt", scharf zu unterscheiden. Nur für die Aufstellung der allgemeinen Gesetze kann und muß er von diesem Unterschied absehen. Es darf in diese allgemeingültigen Gesetze überhaupt keine festgelegte Raum- oder Zeitbestimmung hineinkommen, da diese stets eine nur relative Gültigkeit haben und damit auch dem ganzen Gesetz den Charakter einer nur relativen Gültigkeit verleihen würden. Das gilt in ganz gleicher Weise für die Zeit- und Raumbestimmungen. Insofern haben sie für die allgemeinen Gleichungen die gleiche Bedeutung und brauchen nicht unterschieden zu werden.

Daß die Auffassung des Zeit- und Raumbegriffs bei Kant und Einstein verschieden ist,

liegt nach dem Gesagten auf der Hand. Doch fragt es sich, ob die Differenz die reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit selbst oder nur die Anwendung derselben auf die Erscheinungswelt, d. h. den empirischen Raum und die empirische Zeit betrifft. Diese sind wie die ganze Erscheinungswelt Gegenstand der empirischen Forschung. Nur im ersten Falle würde es sich daher um eine erkenntnistheoretische Frage, im zweiten Falle dagegen um eine Frage der empirischen Forschung handeln, deren Entscheidung nicht der Philosophie, sondern der empirischen Induktion bzw. Verifikation zufällt.

Die reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit bedeuten für Kant, wie Cassirer mit großer Klarheit darlegt, nur ein festes Gesetz des Geistes, ein Schema der Verknüpfung, durch welches alles sinnlich Wahrgenommene in bestimmte Beziehungen des Nebeneinander (Raum) und Nacheinander (Zeit) gesetzt wird. Das kann nach Kant nicht dadurch geschehen, daß man das Verhältnis der Zeit- und Raumstelle zu einer absoluten Zeit und einem absoluten Raum, wie ihn noch Newton als für sich bestehende, sich gleichbleibende Realität annahm, feststellt. Einen solchen absoluten Raum und eine solche absolute Zeit gibt es nach Kant nicht. Für ihn gibt es Raum und Zeit nicht außer den Dingen, sondern nur in den Dingen, indem die Erscheinungen einander ihre Stellen in Raum und Zeit selbst bestimmen. Die Zeitordnung beruht nach Kant bekanntlich auf dem Kausalitätsgesetz. Nur da haben wir nach ihm ein festgelegtes, objektives Nacheinander, wo die Erscheinungen im Verhältnis von Ursache und Wirkung stehen. In analoger Weise bestimmen die Erscheinungen selbst sich auch ihr Nebeneinander. In bezug auf diese untrennbare Union von Raum, Zeit und Dingen stimmen Kant und Einstein vollständig überein. Gerade die Allgemeine Relativitätslehre bringt sie zum schärfsten Ausdruck. Die Differenz zwischen beiden besteht nicht in der Annahme, daß sich die Erscheinungen ihre gegenseitige Stellung in Raum und Zeit selbst bestimmen, sondern in dem Resultat dieser Bestimmung. Nach Kant ergibt sich für die Mannigfaltigkeit des Sinnlich-Gegebenen ein homogener Raum und eine homogene Zeit. Beide existieren nach der Relativitätstheorie nicht. Einstein ist aber auf rein induktivem Wege zu der Auffassung gekommen, daß, wenn anders eine einheitliche Naturauffassung zustande kommen soll, die Größe des Gravitationspotentials die Zeit- und Längenmaße an den verschiedenen Orten entsprechend verändern muß und daß, da das Gravitationspotential im allgemeinen von Ort zu Ort verschieden ist, die Orte differenziert sind und ein homogener Raum und damit auch eine homogene Zeit in solchem Falle nicht existiert. Die Kantsche Auffassung der reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit, daß nämlich die Erscheinungen ihr Nebeneinander im Raum und ihr Nacheinander in der Zeit gegenseitig selbst bestimmen, wird dadurch nicht berührt. Das Wie? kann nur Resultat der physikalischen Untersuchung sein. Nur in diesem weicht Einstein von Kant ab. Ob diese Abweichung berechtigt ist oder nicht, muß auf dem Wege der Induktion bzw. Verifikation, also nicht durch die Philosophie, sondern die empirische Forschung, entschieden werden.

Doch wenn die Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie auf dem letzteren Wege wirklich verifiziert werden sollte, dann ist jedenfalls der empirische Raum und die empirische Zeit, also die physikalische Beschaffenheit der Erscheinungswelt hinsichtlich der Raum- und Zeitverhältnisse anders aufzufassen als es von Kant im Sinne seiner Zeit geschah. Die unmittelbare Folge davon ist dann aber, daß die euklidische Geometrie, die nur für den homogenen Raum gilt, auf die wirklichen Raumverhältnisse im allgemeinen nicht mehr angewandt worden kann.

Hier ist nun der Punkt, von dem aus man schließlich doch zu der Erkenntnis kommt, daß zwischen der Kantschen Erkenntnistheorie und der Einsteinschen Relativitätstheorie ein Gegensatz besteht, der nicht ausgeglichen werden kann. Reichenbach hat ihn nicht berührt auch Cassirer geht nicht auf ihn ein, da es sich bei ihm um die ursprüngliche Erkenntnistheorie Kants handelt, welche die Neukantianer nur zum Teil festgehalten haben.

Der Gegensatz entsteht jedoch nicht schon durch den Übergang von der euklidischen zur nichteuklidischen Geometrie.

Cassirer hebt mit Recht hervor, daß die Behauptung, schon dieser Übergang sei mit der Kantschen Erkenntnistheorie unvereinbar, nicht gerechtfertigt ist. Nach Reichenbach „ist gar kein Zweifel, daß Kants transzendentale Ästhetik von der unbedingten Geltung der euklidischen Geometrie ausgeht und — daß mit der Ungültigkeit dieser Axiome seine Theorie unvereinbar ist". Man kann das ohne weiteres zugeben; aber die andere Behauptung Reichenbachs, daß nach der Allgemeinen Relativitätstheorie „nun in der Tat die Sätze der euklidischen Geometrie für die Wirklichkeit überhaupt falsch" seien, muß beanstandet werden. Wenn die physikalischen Verhältnisse so liegen, wie Einstein annimmt, daß sich nach der Größe des Gravitationspotentiales eines Ortes an demselben die Längen- und Zeitmaße ändern — nur um diese handelt es sich bei Einstein — so reicht allerdings die euklidische Geometrie im allgemeinen nicht aus, die durch diese physikalischen Verhältnisse bedingte räumliche Ordnung der Erscheinungen wiederzugeben, da sie einen homogenen Raum voraussetzt, aber sie gilt nach wie vor im Prinzip unbedingt, d. h. mit absoluter Notwendigkeit für alle homogenen Räume und in Wirklichkeit für alle Räume bei physikalischen Verhältnissen, unter denen das Gravitationspotential unverändert bleibt und die Bewegung keine Beschleunigung zeigt. Das ist

immer der Fall, wenn wir hinlänglich kleine Gebiete im Raum betrachten. Darum bleibt die euklidische Geometrie, wie Cassirer sagt, „die eigentliche Geometrie unendlich kleiner Bezirke".

Kant setzt jedoch nicht nur die absolute Geltung der geometrischen Axiome voraus, sondern auch ihren synthetischen Charakter. Sie sollen nicht nur überhaupt Urteile a priori, sondern synthetische Urteile a priori sein, die nicht wie die analytischen Urteile a priori auf dem Wege des logischen Schlusses nur das herausholen, was in dem Hauptsatz, der Propositio major, schon gegeben ist, sondern unsere Erkenntnis über das bereits Gegebene hinaus erweitern. Das ist bei den geometrischen Axiomen nach Kant der Fall, weil sie aus der reinen Anschauung abgeleitet sind, die reine Anschauung aber ein Spiegelbild der Wirklichkeit hinsichtlich ihrer räumlichen und zeitlichen Ordnung ist oder vielmehr nach Kant die räumliche und zeitliche Ordnung der Wirklichkeit durch sie erst hergestellt wird.

Das ist es nun, was mit der Auffassung, die sich vom Einsteinschen Standpunkt aus ergibt, unvereinbar erscheint.

Zunächst sieht man die Sätze der Geometrie überhaupt nicht mehr als synthetische, sondern nur noch als analytische Urteile an. In diesem Punkte läßt sich die Kantsche Auffassung noch rechtfertigen. Hilbert hat zwar die geometrischen Sätze ausnahmslos aus seinen sogenannten impliziten Definitionen abgeleitet. Der Weg, den er bei seinen Deduktionen einschlägt, ist folgender. Er stellt von den Grundbegriffen der Geometrie scheinbar willkürliche Definitionen auf. Aus den mit diesen kombinierten Definitionen gegebenen Urteilen leitet er andere Urteile ab und so kommt er auf dem Wege des Schlusses zu den geometrischen Sätzen. Es sind das scheinbar analytische Urteile, da sie auf dem Wege des Schlusses aus beliebigen Definitionen gewonnen wurden. Das Wunderbare aber ist, daß die aus solchen beliebigen Definitionen abgeleiteten Sätze ein so großartiges, in sich geschlossenes System mathematischer Wahrheiten bilden. Die Lösung des Rätsels liegt darin, daß Hilbert als Definitionen der Grundbegriffe die Axiome wählte. Wären ihm nicht durch die Axiome die richtigen zusammenstimmenden Definitionen schon an die Hand gegeben gewesen, so würde er es wohl haben unterwegen lassen müssen, solche zu finden. Aus den Axiomen als den Elementen der reinen Anschauung läßt sich dagegen, auch wenn sie nur als Definitionen verwandt werden, das System der reinen Anschauung aufbauen.

Der Unterschied zwischen Begriff und reiner Anschauung, zwischen analytischen Urteilen und mathematischen Sätzen läßt sich, wie Kant in seiner Methodenlehre hervorhebt, nicht verwischen.[1]) Bei dem Begriff erkennt man das Besondere im Allgemeinen, bei der reinen Anschauung das Allgemeine im Besonderen. Aus dem allgemeinen Begriff Hund kann ich schließen, daß eine einzelne Hunderasse zu den Hunden gehört, dagegen kann ich aus der Anschauung eines Individuums der einzelnen besonderen Rasse den allgemeinen Begriff des Hundes nicht ableiten. Anders bei der reinen Anschauung. Aus einem einzelnen beliebigen ebenen Dreieck leite ich durch Konstruktion alle die Eigenschaften ab, die notwendig allen ebenen Dreiecken im homogenen Raum gemeinsam sind. Auch Reichenbach weist auf die Tatsache hin, daß der euklidische Raum jene eigentümliche Evidenz besitzt, der zu einer Selbstverständlichkeit seiner sämtlichen Axiome führt. Es ist das nach ihm ein „noch vollkommen unerklärtes Phänomen". Es erklärt sich aber daraus, daß die Axiome Elemente der reinen Anschauung sind. Der Begriff der reinen Anschauung ist natürlich nicht mit dem naiven Begriff der Anschaulichkeit zu verwechseln. Nach Kant gehören alle mathematischen Sätze, auch die arithmetischen, der reinen Anschauung an. In dieser liegt das Prophetische der mathematischen Sätze, das auch ohne die Befruchtung durch Fortschritte der empirischen Forschung über den schon gewonnenen Standpunkt hinausweist. Auch die nichteuklidische Geometrie ging aus der euklidischen Geometrie hervor, indem man diese nur als besonderen Fall auffaßte, ohne daß die physikalischen Annahmen der Allgemeinen Relativitätstheorie vorangegangen wären und den Anstoß dazu gegeben hätten.

Wenn man daher auch fortfahren kann, die mathematischen Sätze als synthetische, aus der reinen Anschauung abgeleitete Sätze zu betrachten, so muß doch das Verhältnis der reinen Anschauung zur Erscheinungswelt, wenn die Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie gilt, anders sein als Kant annahm.

Um das klar zu erkennen, muß man den Ausgangspunkt seiner ganzen kritischen Stellung ins Auge fassen.

Kant ging in der Kritik der reinen Vernunft von den synthetischen Urteilen a priori aus. Ihre Existenz nahm er als erwiesen an. Was ihn beschäftigte, war daher nicht die Frage, ob solche synthetischen Urteile existieren, wohl aber die Frage, wie sie überhaupt möglich seien. Aus der Erfahrung können sie nicht stammen, denn durch diese kommt man immer nur zu einer komparativen Allgemeinheit. Man muß die allgemeinen Erfahrungsurteile stets durch den Zusatz einschränken: soweit die bisherigen Erfahrungen reichen. Die analytischen allgemeinen Urteile aber, d. h. die aus einem Obersatz auf logischem Wege abgeleiteten allgemeinen Urteile haben wohl den Charakter absoluter Allgemeinheit, doch bringen sie nur logische Verhältnisse zum Ausdruck und beziehen sich nicht direkt auf die Erfahrungswelt. Wie können wir daher überhaupt

[1]) Vgl. H. Kranichfeld, Ein Lehrbuch der Philosophie für Naturforscher. Naturw. Wochenschr. 1920, S. 536.

von einem Vorgang dieser sagen: das muß so sein? Warum muß sich die Erfahrungswelt nach unseren Verstandesschlüssen richten?

Um diese Fragen beantworten zu können, vollzog Kant die „Kopernikanische Wendung". „Bisher", sagt er in der Einleitung der Kritik der reinen Vernunft, „nahm man an, alle unsere Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten, aber alle Versuche, über sie a priori etwas durch Begriffe auszurichten, wodurch unsere Erkenntnisse erweitert werden [d. h. zu synthetischen Urteilen a priori zu kommen] gingen unter dieser Voraussetzung zunichte. Man versuche es daher einmal, ob wir nicht besser damit fortkommen, daß wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserem Erkenntnis[vermögen] richten". Gegeben sind nach Kant nur die einzelnen Eindrücke. Wir sind es erst, die diese Eindrücke mittels unserer aprioren reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit in Erscheinungen verwandeln und diese Erscheinungen durch die reinen Verstandesbegriffe oder Katogorien, wie z. B. den Begriff der Kausalität verknüpfen und in geordneten Zusammenhang bringen.

Die Kategorien und Grundsätze des reinen Verstandes sind daher nicht nur, wie wir schon gesehen haben, die unveränderlichen Bedingungen unserer Erkenntnis, da durch sie allein unsere Urteile zustande kommen; sie sind auch nach Kant mit den reinen Anschauungsformen des Raumes und der Zeit die Bedingungen des Zustandekommens der Gegenstände unserer Erkenntnis; denn durch sie entstehen erst die Gegenstände der Außenwelt, unsere Erfahrungsobjekte, sie machen dieselben. Das ist der springende Punkt der ganzen Kantschen Erkenntnistheorie. Er hat diesen Gedanken in genialer Weise in seiner Deduktion der reinen Verstandesbegriffe durchgeführt.

Bei dieser Entstehung der Gegenstände der Erkenntnis kann die Erkenntnis in einer Übereinstimmung mit dem Gegenstande bestehen. Denn der Gegenstand ist ja selbst nichts als Vorstellung. Aber noch ein weiteres folgt aus der Kopernikanischen Wendung Kants.

Die Natur, die wir „machen", ist nämlich nach Kant nicht etwa nur das wissenschaftliche Natursystem, das wir aufstellen, sondern die ganze äußere Erfahrungswelt, deren Ordnung wir nachträglich wissenschaftlich untersuchen und uns damit zum Bewußtsein bringen. Darin besteht ja der kritische Idealismus Kants, daß wir es sind, die erst die ungeordneten Eindrücke, die wir empfangen, durchweg gestalten. Die geformte und geordnete Natur finden wir nun schon vor, ehe der Erkenntnisprozeß einsetzt. Die Gegenstände sind, ehe wir sie mit Bewußtsein untersuchen und ihre gesetzlichen Zusammenhänge erforschen, bereits von uns bestimmt und zwar so bestimmt, daß wir genötigt sind, sie immer auf dieselbe gemeingültige Weise vorzustellen. Ein transzendentales, intellektuelles Vermögen, „die produktive Einbildungskraft" Kants führt diese Synthese unbewußt nach den Regeln der reinen Anschauungsformen und der reinen Verstandesbegriffe aus. Alles Erkennen ist so nach Kant nur ein bewußtes Wiedererkennen dessen, was wir selbst unbewußt geordnet haben. Es ist daher bei Kant nicht, wie Reichenbach sagt, „ein großer Zufall der Natur", wenn die Verstandesbegriffe mit ihr übereinstimmen; nach Kant müssen sie es tun, da die Verstandesbegriffe notwendig mit sich selbst übereinstimmen.

Bei der „Kopernikanischen Wendung" Kants kommt man um die Annahme der „produktiven Einbildungskraft" nicht herum. Die Weltordnung Einsteins mit ihren von Ort zu Ort wechselnden Raum- und Zeitmaßen und ihren damit zusammenhängenden komplizierten nichteuklidischen metrischen Bestimmungen ist eine physikalische Ordnung und gehört zu der Erfahrungswelt, die wir vermöge unserer reinen Anschauungsformen von Raum und Zeit und unserer reinen Verstandesbegriffe aufzufassen und zu erkennen imstande sind; sie muß daher auch ein Erzeugnis unserer produktiven Einbildungskraft sein. Wie hätten sie danach nach der Kantschen Erkenntnistheorie, ehe sie Einstein erkannte, selbst unbewußt geschaffen. Das ist aber eine nichtvollziehbare Vorstellung. Gilt daher die Einsteinsche Relativitätstheorie, so können wir die Übereinstimmung unserer Erkenntnis mit dem Naturverlauf; die Tatsache, daß wir sagen können, die Naturerscheinungen müssen in bestimmter Weise auftreten, nicht mehr durch die Kopernikanische Wendung Kants erklären, die Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der Naturprozesse in der astronomischen und physikalischen Welt und unseren aprioristischen Setzungen muß, wenn wir letztere überhaupt gelten lassen, dann darauf beruhen, daß Natur und Geist aufeinander angelegt sind, daß, wie die Mathematiker längst behauptet haben, eine prästabilierte Harmonie zwischen Mathematik und Natur besteht. Cassirer weist darauf hin, wie diese Auffassung vor allem von Leibniz vertreten wurde. Nach ihm bildet jede Monade eine in sich geschlossene Welt, die von eigenen Gesetzen beherrscht ist, aber jede dieser individuellen Welten gehört einem gemeinsamen Universum an, dessen Einheit dadurch zustande kommt, daß die verschiedenen Welten sich in ihren inneren Beziehungen und der allgemeinen Form ihres Aufbaues einander „funktional" entsprochen. Dieses Entsprechen besteht darin, daß eine beständige und geregelte Beziehung zwischen dem besteht, was sich von dem einen und dem anderen aussagen läßt. So drückt die algebraische Gleichung $y = \sqrt{px}$ eine geometrische Figur, die Parabel; eine perspektivische Projektion das ihr zugehörige geometrische Gebilde; die Zeichnung einer Maschine die Maschine aus. Bei diesem bloßen Entsprechen kann die Erkenntnis dann nicht mehr wie bei Kant die Übereinstimmung mit dem Gegenstande bedeuten. Für den Be-

griff der Übereinstimmung tritt der Begriff der Zuordnung ein. Ihn hat Reichenbach in sehr eingehender und klarer Weise in einem besonderen Kapitel seiner Schrift erörtert. Am besten verdeutlicht ihn die Anwendung der arithmetischen Funktionen auf die geometrischen Figuren in der analytischen Geometrie. In dem oben angeführten Beispiel wird eine arithmetische Gleichung der Parabel „zugeordnet". Die arithmetische Gleichung $y = \sqrt{px}$ stellt an sich eine Funktion zwischen Zahlen dar. Ist der Parameter $p = 4$, so wird bei $x = 4$ $y = +4$; bei $x = 9$ wird $y = +6$ usw. Ordnet man aber diese Zahlenverhältnisse einem rechtwinkligen Koordinatensystem XY zu, so erhält man für jedes x bestimmte Raumpunkte, die Punkte einer Parabel. Das Charakteristische der Erkenntnis als Zuordnung ist daher, daß die mathematische Formel, welche für die Erkenntnis der Verhältnisse auf dem einen Gebiete gewonnen ist, auf entsprechende Verhältnisse auf einem anderen Gebiete übertragen wird. In der analytischen Geometrie überträgt man die auf einem mathematischen Gebiete gewonnene Formel nur auf ein anderes mathematisches Gebiet. In der Physik werden die mathematischen Formeln auf das „Empirische", d. h. auf Gebiete angewandt, die einer „prinzipiell verschiedenen Gattung" angehören. „Die theoretische Beziehung, welche die Wissenschaft nichts desto weniger zwischen ihnen herstellt, kann nur darin bestehen, daß sie, indem sie die inhaltliche Verschiedenheit der beiden Reihen durchaus zugibt und festhält, zwischen ihnen doch eine immer genauere und vollkommenere Zuordnung zu stiften versucht" (Cassirer). Eine solche Zuordnung würde z. B. bei Geltung der Allgemeinen Relativitätstheorie damit gegeben sein, daß dasselbe System von Gleichungen, welches als der Ausdruck der metrischen Eigenschaften eines nichteuklidischen Raumes aufgestellt war, zugleich für das Gravitationsfeld gilt. Daß das Verhältnis der mathematischen Gleichungen zu den physikalischen Verhältnissen das der Zuordnung, nicht der Übereinstimmung ist, ist die jetzt herrschende Auffassung, die auch Cassirer vertritt; nach der ursprünglichen Kantschen Erkenntnistheorie müßte sie abgelehnt werden.

Der Streit zwischen dem ursprünglichen kritischen Idealismus Kants und dem kritischen Realismus dürfte durch die Relativitätstheorie zugunsten des letzteren entschieden sein und das wäre ein Verdient derselben; freilich ist über ihre eigene Geltung die Entscheidung noch nicht gefallen. Sie liegt bei den Vertretern der theoretischen Physik und der Astronomie. Wenn unser großer Mathematiker Hilbert einmal gesagt hat: „Die Physik ist für die Physiker viel zu schwer", so muß jedenfalls der Nichtphysiker hinsichtlich der Relativitätslehre mit seinem Urteil zurückhalten. Aber eine vorläufige eigene Stellung kann er doch zu ihr einnehmen, solange zwischen ihren notwendigen Konsequenzen noch ungelöste logische Widersprüche vorhanden sind. Sie vermag auch der Nicht-Mathematiker und Nicht-Physiker zu beurteilen.

Ich möchte zum Schluß nur noch auf einen solchen Widerspruch hinweisen, der mir um so schwerer zu wiegen scheint, als Einstein selbst sich zu demselben ausgesprochen hat — es handelt sich um das sog. Uhrenparadoxon — ohne eine befriedigende Lösung des Rätsels geben zu können. Einstein hat den Versuch in der Form eines Dialogs mit einem Freund, den er in den „Naturwissenschaften" veröffentlichte,[1]) gemacht.

Nach der Speziellen Relativitätstheorie muß die Uhr von A, der nach einer längeren Fahrt zu seinem Freund B zurückkehrt, gegen die von B nachgehen. Nun kann man sich aber nach der Relativitätslehre vorstellen, daß nicht A sondern B in der Zwischenzeit in Bewegung und A in Ruhe war. Deswegen muß auch die Uhr von B gegen die von A nachgehen. Beides zugleich anzunehmen schließt einen unlösbaren logischen Widerspruch in sich. Einstein versucht ihn auszuschalten, indem er annimmt, daß neben der gleichförmigen Bewegung Strecken mit ungleichförmiger Bewegung, beim Beginn und bei der Umkehr der Fahrt, auftreten. Für das beschleunigte Koordinatensystem bei der Rückkehr läßt Einstein im Falle der Bewegung des B ein Gravitationsfeld in Wirksamkeit treten, bei dem der bei der gleichförmigen Bewegung des B verzögerte Uhrengang so überkompensiert wird, daß die Uhr des B auch im Falle der Bewegung des B nachgeht. Die Uhr des B muß daher bei der Annahme Einsteins nachgehen, mag man sich den A oder den B als bewegt vorstellen.

Dieser Weg einer Eliminierung der Schwierigkeit, der schon an sich gesucht erscheinen muß, ist aber überhaupt nicht gangbar bei einem Gedankenexperiment, bei dem die Umkehr des A und eine zeitweilige Beschleunigung der Bewegung ausgeschlossen ist. Für ein Gedankenexperiment existieren keine technischen Schwierigkeiten. Wir können uns also ein Luftschiff vorstellen, das mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit, die der Geschwindigkeit der Bewegung der Erde bei der Umdrehung um ihre Achse gleich ist, dem Äquator entlang nach Westen fährt. Früh erreicht das Luftschiff eine Station des festen Landes, bei der, ohne daß das Luftschiff anhält oder seine Geschwindigkeit ändert, durch gegenseitige Lichtblitze im Moment des Passierens einer bestimmten Linie Zeichen gegeben werden, nach welchen man die Uhren auf Luftschiff und Station gleichstellen kann. Am anderen Morgen passiert das Luftschiff nach Zurücklegen der Reise um die Welt die betreffende Linie zwischen Luftschiff und Station wieder. Die Lichtblitze wiederholen sich. Die Stellung der Uhren kann nach ihnen für den Moment des Passierens der Linie festgestellt werden. Die Uhr auf dem Luftschiff muß gegen die Uhr

[1]) Naturwissenschaften 1918, S. 697 ff.

der festen Station nachgehen. Natürlich kann man sich in diesem Falle aber auch die Station als bewegt, das Luftschiff als ruhend vorstellen. Die Station hat sich ja tatsächlich mit der Erde nach Osten bewegt. Also muß die Uhr auf der Station auch gegen die Uhr auf dem Luftschiff nachgehen. Die Lösung des Rätsels des Uhrenparadoxons durch Einstein gilt für dies Gedankenexperiment nicht. Wir haben es hier allerdings nicht mit einer geradlinigen, sondern mit einer kreisförmigen Bewegung zu tun; aber andere geradlinige Bewegungen als diese haben wir auf der Erde überhaupt nicht.[1])

Nur kurz kann ich auf das hochinteressante, letzte Kapitel der Schrift von Cassirer eingehen. Er führt hier den Gedanken aus, den ich bei der Besprechung der Schlickschen Erkenntnistheorie nur angedeutet habe,[2]) daß die Betrachtungsweise des Physikers notwendig immer eine einseitige ist, welche die Wirklichkeit nicht erschöpft. Der Physiker betrachtet die Erscheinungen nur unter dem Gesichtspunkt und der Voraussetzung der Meßbarkeit. Er „sucht das Gefüge des Seins und Geschehens zuletzt in ein reines Gefüge, in eine Ordnung der Zahlen aufzulösen". Die klassische Mechanik schaltete die Differenzen der Empfindung aus, indem sie den Unterschied der Empfindung auf einen Unterschied der Bewegung zurückführte. In der Bewegung besteht aber immer noch der Dualismus von Raum und Zeit. Die Relativitätstheorie geht in ihrer Weltformel auch über diesen Unterschied hinaus. Die Unterschiede der zeitlichen und räumlichen Auffassung, die in unserem subjektiven Bewußtsein so fest verankert sind, daß ohne sie ein Bewußtsein überhaupt nicht möglich ist, sind in dem System von Gleichungen, das nach Einstein die allgemeinsten Weltgesetze wiedergibt, ebenso ausgeschaltet, wie in die physikalische Begriffsbestimmung des Lichtes und der Farbe nichts von der subjektiven Gesichtsempfindung eingeht. „Vergangenheit und Zukunft unterscheiden sich in der Form, die der Weltbegriff hier einnimmt, nicht anders als die +- und —-Richtung im Raum, die wir durch willkürliche Festlegung bestimmen können. In der Starrheit der mathematischen Weltformel ist von dem Strom des Geschehens in unserem Bewußtseinsleben nichts übrig geblieben. Der Begriff des physikalischen Gegenstandes fällt jedoch mit der Wirklichkeit keineswegs zusammen. Gerade die Relativitätslehre muß, wenn sie sich als richtig erweisen sollte, die Überzeugung aufdrängen, daß „die Annahme einer Einfachheit und Einerleiheit der Wirklichkeitsbegriffe" auf einer Täuschung beruht. „Der theoretisch-wissenschaftlichen Erkenntnis treten andere Formen und Sinngebungen von selbständigem Typus und selbständiger Gesetzlichkeit wie die ethischen und die ästhetischen Formen gegenüber." Keine dieser Einzelformen kann den Anspruch erheben, die Wirklichkeit als solche, die absolute Realität in sich zu fassen und zum vollständigen und adäquaten Ausdruck zu bringen. „In dem Augenblick, indem wir das Gebiet der Physik überschreiten, in welchem wir nicht die Mittel, sondern das Ziel der Erkenntnis selbst verändern, nehmen damit auch alle Sonderbegriffe eine neue Fassung und Formung an. Jeder dieser Begriffe bedeutet etwas anderes, je nach der allgemeinen „Modalität" des Bewußtseins und der Erkenntnis, innerhalb deren er steht und von der aus er betrachtet wird. Der Mythos und die wissenschaftliche Erkenntnis, das logische und das ästhetische Bewußtsein sind Beispiele derartig verschiedener Modalitäten."

Die Ausführungen im Schlußkapitel der Cassirerschen Schrift sind außerordentlich interessant. Auch in den vorhergehenden Kapiteln behandelt er die Fragen in so klarer und fesselnder Weise, daß der Leser seine Schrift nicht aus der Hand legen wird, ohne dem Verfasser für genuß- und gewinnreiche Stunden dankbar zu sein. Die Reichenbachsche Schrift setzt beim Leser eine gewisse Kenntnis der Relativitätslehre voraus, doch kann auch sie noch unter die allgemeinverständlichen Darstellungen der Relativitätslehre gerechnet werden. Auf die neuen wertvollen Gesichtspunkte, die sie nach verschiedenen Seiten eröffnet, besonders auch auf die interessante Auseinandersetzung über das Zuordnungsprinzip, konnte leider bei der Besprechung nicht näher eingegangen werden, da es sich bei dieser nur um das Verhältnis der Kantschen Erkenntnistheorie zur Einsteinschen Relativitätstheorie handelte.

[1]) Ein neues Uhrenparadoxon wurde von K. Vogtherr aufgestellt. Naturw. Wochenschr. 1922, S. 497 ff.
[2]) Naturw. Wochenschr. 1920, S. 537 u. S. 530 f.

Die Wandlungen der Anheftung bei verschiedenen Gruppen der Meerestiere.

[Nachdruck verboten.] Von Prof. **N. N. Yakowleff**, Petersburg.

Tiere, die eine beständige festsitzende Lebensweise an ein und derselben Stelle führen, werden ausschließlich im Wasser vorgefunden. Dies erklärt sich erstens dadurch, daß im Wasser die Beute schwimmt und dem Organismus durch die Strömung oder einen von den Tieren selbst hervorgerufenen Wasserstrudel zugeführt wird; zweitens ist das Wassermedium insofern günstig, als in ihm mehr Nahrung als im gleichen Volumen Luft enthalten ist. Endlich ist bei etwa in der Luft lebenden festsitzenden Tieren eine Kreuzbefruchtung, die für das Leben der Art so günstig ist, unmöglich gemacht oder doch äußerst erschwert. Bei den im Wasser festsitzenden Tieren

wird eine solche Befruchtung dadurch bewirkt, daß die Geschlechtszellen ins Wasser ausgeschieden werden, wo sie sich so lange bewegen können, bis sie auf die Genitalzellen des anderen Geschlechts stoßen. Die sedentäre Lebensweise stellt keine hohen Anforderungen an die Organisation und ermöglicht einen geringen Stoffwechsel im Organismus, da dieser keine aktive Ortsbewegung besitzt. Somit weist die festsitzende Lebensweise große Vorteile auf, weswegen sie auch nicht selten angetroffen wird. Die sedentäre Lebensweise, sogar das Festanwachsen an das Substrat wird bei allen Stämmen des Tierreichs, angefangen bei den niedersten und bis zu den Wirbeltieren hinauf, angetroffen und kommt, wenn auch nicht bei den Wirbeltieren selbst, so doch bei den ihnen verwandten und zu dem gleichen Typus der *Chordata* gehörenden Tunicaten vor. Die festsitzende Lebensweise trifft man nicht nur an der Küstenlinie des Meeres, wo die Befestigung einen Schutz gegen die starke Brandung des Wassers bietet, sondern auch bei den Tiefseetieren an. Dieses wird begreiflich, wenn man in Erwägung zieht, daß ein Leichenregen — wie man sich ausdrücken könnte — an tiefen Stellen von der Oberfläche auf den Grund fällt, wo die Tiefseetiere entweder im Schlamme wühlen, ihre Nahrung auf diese Weise aufsuchend, oder das fallende Nahrungsmaterial auffangen, zu welchem Zwecke die festsitzende Lebensweise sehr passend ist. Wegen der Aufgabe der aktiven Ortsbewegung nähern sich bis zu einem gewissen Grade die festsitzenden Tiere den Pflanzen. Diese Lebensweise führt die Atrophie der Organe des animalen Lebens — der Sinnes- und Fortbewegungsorgane — nach sich. Die Lokomotionsorgane verkümmern, wenn sie nicht durch Anpassung an die neuen Verhältnisse die Ausübung anderer, nützlicher Funktionen auf sich nehmen.

So bilden sich die Fußstummel und Borsten der Ringelwürmer in der Gruppe der *Tubicolae* infolge des Überganges zur festsitzenden Lebensweise zurück. Es wird der Fuß reduziert bei den Muscheln, bei *Ostraea, Gryphaea, Spondylus, Chama.* Gleichfalls bei den bohrenden *Desmodonten* (*Teredo, Aspergillum, Pholas*).

Bei Schnecken (bei denen man nicht so häufig eine festsitzende Lebensweise antrifft) bleibt bei der sedentären Lebensweise der Fuß erhalten und dient als Haftorgan (*Patella, Chiton, Haliotis*); bei den festsitzenden jedoch dient er, oder vielmehr der an dem Fuße befestigte Deckel zum Schließen der Schalenmündung. Bei den festsitzenden Krebsen, Rankenfüßlern (*Crustacea, Cirripedia*), erlangen die Gliedmaßen die Form der Rankenfüße, welche für eine Fortbewegung der Tiere untauglich sind; sie dienen ausschließlich zur Herbeiführung der Nahrung und zur Atmung.

Wie bereits erwähnt, beobachten wir bei festsitzenden Tieren eine Reduktion nicht nur der Bewegungs-, sondern auch der Sinnesorgane, was augenscheinlich damit im Zusammenhange steht, daß diese dem sedentären Tiere beim Aufsuchen der Nahrung oder zum Meiden des Feindes nicht dienen können. Im Gegensatz zu den freilebenden Tieren vermögen die festsitzenden ihre Beute nicht zu verfolgen und können auch nicht vor ihrem Feinde flüchten. Deshalb reduzieren beispielsweise die Tastorgane, die Fühler oder Antennen; bei Rankenfüßlern sind die vorderen verkümmert, die hinteren fehlen ganz. Es fehlen die Augen bei denselben Rankenfüßlern, bei festsitzenden Stachelhäutern (Crinoiden). Die Sehorgane sind bei denjenigen festsitzenden Tieren von Bedeutung, die sich in ihrer Schale verstecken, sich kontrahieren, den Kopf mit den Tentakeln in den Körper einziehen, die Öffnung, die in ihre Schale führt, schließen. In diesen Fällen entwickeln sich die Sehorgane an ungewöhnlichen Stellen: bei Röhrenwürmern an den Kiemen, welche ausgestülpt werden können, oder bei den Muscheln an dem Mantelrande.

Infolge ihres Unvermögens, ihre Beute selbst zu verfolgen, sind die festsitzenden Tiere größtenteils auf den Plankton, auf die mikroskopischen Organismen, welche vom Wasserstrom angeschwemmt werden und mehr oder weniger mechanisch in die Mundhöhle gelangen, angewiesen. Bei solchen Ernährungsverhältnissen ist es natürlich, daß die Kauwerkzeuge verkümmern und sogar atrophieren, wie z. B. bei den Rankenfüßlern, Crinoiden und sogar bei den freilebenden Muscheln, welche infolge ihrer schwachen Lokomotionsfähigkeit und Ernährung durch den Plankton sich stark von den übrigen Mollusken unterscheiden und sich wegen des Fehlens der Kauwerkzeuge und öfter auch der Augen den festsitzenden Tieren nähern.

Wenn einerseits die animalen Funktionen der festsitzenden Tiere stark reduziert sind, was vom physiologischen Standpunkte als ein Zeichen des Regresses betrachtet wird, und somit die sedentären Tiere im Vergleich mit den freilebenden auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen, so ist doch andererseits die ganze Organisation der festsitzenden Tiere an das Auffangen und Festhalten der Nahrungspartikel möglichst erfolgreich angepaßt. Zu diesem Zwecke entwickeln sich besondere Vorrichtungen: bei festsitzenden Würmern und Cölenteraten mit Wimpern besetzte Tentakel, vermittels welcher sie einen Wasserstrudel hervorrufen, der ihnen die Nahrung zum Munde führt; bei den festsitzenden Stachelhäutern (*Pelmatozoa*) und Brachiopoden Arme; bei den Moostierchen (Vibraculen und Avicularien), bei den Muscheln: Wimpern an den Kiemen und an den Mundtentakeln; Rankenfüße bei den Rankenfüßlern; dieses sind solche Vorrichtungen.

Bei den meisten Korallen und Actinien ist der Mund nicht rund sondern zweiseitig-symmetrisch, spaltenförmig, und die Schlundröhre ist nicht zylindrisch, sondern etwas flachgedrückt. An der Berührungsstelle der beiden platten Seitenwände des Schlundes bilden sich Rinnen, welche

sich längs der Röhre hinziehen. Wenn sich nun die Mundöffnung zusammenzieht, bleiben die über den Rinnen gelegenen Mundwinkel dennoch offen, und die Rinnen verwandeln sich in geschlossene Röhren, die eine Vermittelung zwischen der Leibeshöhle und dem Außenmedium herstellen. Die eine Rinne ist mit Wimperhärchen versehen und ist überhaupt besser entwickelt als die andere. In ihr wird vermittels der Wimpern ein Wasserstrom von außen nach innen erzeugt, während in der anderen Rinne oder in dem übrigen Schlundteile die Stromrichtung eine entgegengesetzte ist. Bei einigen Actinien (*Siphonactiniae*) sind die Mundwinkel in über das Mundfeld hinausragende Siphone ausgezogen, während die der Achse der Actinie zugewandten Teile zerschnitten sind. Bei den paläozoischen Korallen *Rugosa* scheinen die Zeitrinnen an der Oberfläche des Nebenmundfeldes des Polypen im Zusammenhange mit den sogenannten fossulae gebildet zu sein.

Eine sehr interessante Körperform ist den Bryozoen der Steinkohlenzeit — *Archimedes* — eigen, bei denen der plattenförmige Körper der Kolonie in senkrechter Richtung ausgezogen und spiralförmig eingerollt ist, analog der archimedischen Schraube in der Mechanik oder der Schraube einer Fleischmaschine. Es unterliegt keinem Zweifel, daß vermittels dieser Vorrichtung das Wasser kontinuierlich längs dem ganzen Körper von unten bis nach oben hingetrieben wird, so daß der Vorrat von Nährstoffen vollkommen ausgenutzt wird.

Mit Ausnahme der letzten Zeilen über die fossilen Formen entnehme ich das Obendargelegte der vorzüglichen Arbeit von A. Lang „Über den Einfluß der festsitzenden Lebensweise auf die Tiere". Jena 1888. Obgleich diese Arbeit vor ziemlich langer Zeit erschienen ist, ist sie nicht veraltet und steht einzig und allein in diesem Gebiete der Wissenschaft. Im weiteren werde ich näher auf die Frage eingehen, unter welchen Bedingungen die festen und beweglichen Befestigungsarten entstanden sind, und welche von ihnen, vom phylogenetischen Standpunkte aus betrachtet, die ältere ist. Eigentümlicherweise ist letztere Frage bis heute noch nicht berührt worden, was mich auch dazu bewegte, mich mit derselben zu beschäftigen.

Die Befestigungsarten, die in den meisten Fällen so große Verschiedenheiten aufweisen, sind zweierlei Art: eine bewegliche (elastische), vermittels eines Stieles oder wurzelförmiger Auswüchse und eine feste, vermittels Ausscheidung von Kalksubstanz, Zementierung und unmittelbaren Anwachsens der Schale. Die bewegliche Anheftung vermittels des sog. Füßchens treffen wir bei den Brachiopoden; vermittels des, dem Füßchen analogen Stieles: bei den Krebsen *Cirripedia, Pedunculata* (*Lepadidae* usw.); bei den Crinoiden vermittels eines andersgearteten Stieles; vermittels eines Bündels von Hornfäden (*Byssus*) bei den Muscheln. Die feste unbewegliche Anheftung trifft man bei denselben Gruppen an; bei den Brachiopoden, bei den Krebsen *Cirripedia Operculata* (*Balanidae* usw.), den Muscheln, selten bei den Crinoiden.

Die bewegliche Befestigung weist in einiger Hinsicht Vorteile vor der unbeweglichen auf.

Die festsitzenden Tiere trifft man in Scharen an ein und demselben Orte an; dieses ist für sie sogar charakteristisch und dabei können die Tiere, dank ihrer Nachgiebigkeit das Substrat besser ausnutzen, indem sich eine größere Anzahl von Individuen ansiedelt.

Ferner kann, wie Lang erwähnt, die bewegliche Befestigung bei stark bewegter See bevorzugt werden, da sie eine schaukelnde Bewegung auf den Wellen ermöglicht, was eine Abschwächung der mechanischen Wirkung der Wellen nach sich zieht. Andererseits ist vielleicht die Anheftung vermittels Zementierung insofern günstiger, als in diesem Falle das Tier besser vor dem Feinde geschützt ist.

Meiner Ansicht nach findet Langs obenerwähnte Annahme von dem Vorzug der beweglichen Befestigung in der Verbreitung der festsitzenden Tiere in den verschiedenen Meerestiefen ihre Bestätigung. Wir gelangen sodann zu dem Ergebnis, daß die beweglichen Befestigung in geringeren Tiefen als die unbewegliche anzutreffen ist. So sind die mit einem *Byssus* versehenen Muschelgattungen: *Mytilus, Modiola, Pinna, Meleagrina* in der nächstgelegenen Zone zu finden, während die durch Zementierung befestigten Gattungen, wie *Ostraea, Anomia, Spondylus, Chama, Myochama* in weiter vom Ufer entfernten Zonen vorkommen.

Genau ebenso leben die, zu den *Ecardines* gehörenden *Discina* aus der Gruppe der Brachiopoden, die mit einem Füßchen versehen sind, in geringeren Tiefen als die zementierten *Crania*, die sowohl in mäßigen, als auch in bedeutenden Tiefen vorkommen. Unter den übrigen Brachiopoden, *Testicardines*, besitzen die, an besonders flachen Stellen lebenden *Terebratulina* und *Waldheimia* einen Fuß, während man die vermittels Zementierung befestigten *Thecidium*, wiederum in großer Tiefe antrifft. Etwas anders verhält es sich mit den Rankenfüßlern; der *Balanus*, bei welchem die Schale an das Substrat anwächst, kommt in der Uferzone vor, jedoch ist er durch sein dauerhaftes kuppelartiges Gehäuse, dessen breite Basis anwächst, an die starke Brandung gut angepaßt. Der *Balanus* ist an das Leben an felsigen Ufern angepaßt, wo die Brandung eine besonders heftige ist. Überhaupt wohnen die *Balanidae* so hoch an den Felsen, daß *Chtalmus* z. B. nur 2 von 24 Stunden vom Wasser bedeckt wird. Dabei ist es für das Tier von Wichtigkeit, gänzlich in der Schale eingeschlossen zu sein, was es vor dem Vertrocknen schützt. Von den 4 Gattungen der Balaniden leben 2 in der Küstenzone und die übrigen 2 in der nächsten, während die, ver-

mittels eines Stieles befestigten Lepadiden in der Küstenzone nicht vorkommen.

Was die phylogenetische Kontinuität im Sinne der Befestigungsart betrifft, so sind die Tiere mit beweglicher Befestigung denjenigen mit der unbeweglichen vorangegangen.

Bei den Muscheln repräsentieren hauptsächlich *Heteromyaria* die bewegliche Befestigung und die starre die *Monomyaria*, wobei diese die Nachkommen jener sind. Wahrscheinlich steht die Verbreitung der *Heteromyaria* vorzugsweise in dem Paläozoikum damit im Zusammenhange. Was die vermittels Zementierung befestigte *Monomyaria*, wie *Ostrea*, *Spondylus* u. a. betrifft, so erscheinen sie zum Ende der paläozoischen Ära, ohne hier eine so große Verbreitung erlangt zu haben wie später. Bei den *Myochamidae* erscheint die starre Befestigung bloß in den tertiären Schichten, bei den Unioniden (*Aetheria*) erst in der Jetztzeit. Was die schloßtragenden Brachiopoden (*Testicardines*) anbetrifft, so hat ihre unbewegliche Befestigung auch verhältnismäßig unlängst Verbreitung gefunden. Bei den silurischen *Strophomenaceen* stellt die Befestigung durch Zementierung eine Seltenheit vor, in Devon trifft man sie öfter an, jedoch am häufigsten findet man sie bei den Vertretern aus der Steinkohlen- und Permformation (Schuchert) und zwar bei der spezialisierten Gruppe der *Productidae*, zu der *Richthofenia* gehört, die den äußersten Grad der Spezialisierung vorstellt. Unter den schloßlosen Brachiopoden (*Ecardines*) könnte die Befestigung vermittels Zementierung als frühentstanden erscheinen (*Craniidae* der Silurformation), jedoch wäre diese Annahme irrig, da die Entwicklung der schloßlosen wahrscheinlich zum größten Teil in der präkambrischen Zeit stattgefunden hat.

Bei den Rankenfüßlern sind die mit einem Stiel versehenen *Pedunculata* in geologischer Hinsicht älter (paläozoische Ära), als die stiellosen *Operculata* (mesozoische Ära).

Bei den Crinoiden, bei denen man selten eine unbewegliche Befestigung antrifft, tritt dieselbe erst im Jura auf (*Holopidae*).

Da die unbewegliche Befestigung im ganzen die bewegliche ablöst, so liegt es nahe, die Frage aufzuwerfen, inwiefern die bewegliche Anheftung eine gelungene Anpassung vorstellt.

Nach Schuchert ist die Befestigung vermittels eines Fußes bei den Brachiopoden eine schlechte Anpassung: das Füßchen ist von der Schale umgeben, die den Wuchs des Fußes hemmt, und deshalb ist es der Degeneration preisgegeben. Es ist bemerkenswert, daß die Befestigung vermittels der Zementierung sich bei den *Strophomenaceae* und den *Spiriferaceae* entwickelt, bei denen die Öffnung für das Füßchen nicht auf dem Scheitel der Schale liegt, und sich bei denen, die diese Öffnung auf dem Scheitel oder in seiner Nähe führen, nicht entwickelt, — *Rhynchonellacea* und *Terebratulacea*. Liegt der Grund dafür nicht darin, daß letztere Lage bequemer, weniger störend für das Füßchen ist?

Ich nehme an, daß auf dieselbe Weise auch der *Byssus* der Muscheln der Degeneration verfallen ist.

Die Entwicklung der *Heteromyaria* aus den *Homomyaria* und der *Monomyaria* aus den *Heteromyaria* steht bekanntlich mit dem Vorhandensein des Byssus bei *Homomyaria* und *Heteromyaria* in Verbindung. Der Byssus der *Homomyaria*, welcher die Entwicklung des vorderen Muskels hinderte, war auch der Grund seiner Reduktion und der Entstehung der *Heteromyaria*. Später führte derselbe Vorgang zur Atrophie des vorderen Muskels und zur Entstehung der *Monomyaria*.

Durch die Verschiebung des einzigen Muskels zum Zentrum hin (diese Lage ist für die Funktion eines Muskels die günstigste) und durch die wahrscheinlich damit im Zusammenhange stehenden Errungenschaften einer kreisförmigen Schale, wurde für die *Monomyaria* die Möglichkeit der Anheftung mit den verschiedenen Stellen der Schale und öfter mit derem Zentrum eröffnet. Dieses ist möglich im Falle der Zementierung und unmöglich bei der Befestigung vermittels Byssus, so daß man annehmen kann, daß der letztere der Degeneration anheimgefallen war. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß die ungeschmeidige Befestigung bei *Homomyaria*, *Chama*, *Myochama*, *Chamostrea*, *Dimya*, *Aetheria*, den Rudisten vorkommt, so daß die Befestigung durch Zementation möglicherweise in einigen Fällen unabhängig davon entstand, ob die nächsten Ahnen sich vermittels eines Byssus befestigten oder nicht; wenn sie sich aber auf diese Weise anhefteten, so blieb ihnen natürlich nur die eine Möglichkeit noch: es vermittels der Zementierung zu tun. Nebenbei gesagt, können die, vermittels des Byssus befestigten Formen, keine solche Vertiefung der befestigten Klappe, wie die zementierten Rudisten oder sogar die Austern, *Spondylus*, *Chama*, *Chamostrea*, *Aetheria* erreichen. Beim Vorhandensein eines geraden Schloßrandes an der sich vertiefenden Klappe, erhält man, ähnlich den Brachiopoden, eine Area; bei seinem Ausbleiben wird die Schale kegelförmig (*Crania*, Rudisten). Der Byssus ist in erster Linie primitiveren und ihrer Herkunft nach älteren Muscheln eigen — *Taxodonta* und *Plagiodonta*; bei den höheren, *Heterodonta* (Herkömmlinge der *Plagiodonta*) fehlt er. Die Anwesenheit des Byssus bei den niederen Muscheln ist in Angesicht dessen, daß die Byssusdrüse als ein Analogon der schleimausscheidenden sog. Fußdrüse (Sohlendrüse) der Schnecken betrachtet wird, begreiflich. Augenscheinlich haben sowohl diese als auch jene Drüsen gemeinsamen Ursprung. Wenn die bewegliche Befestigung der Brachiopoden und Muscheln der Degeneration obliegt, so kann augenscheinlich allein die Befestigung vermittels Zementierung sie ablösen, jedoch geschieht es nicht immer. Bei den Muscheln

kommt es nur in Gegenden mit heißem Klima und in der anliegenden gemäßigten Zone vor, nicht aber in der kalten Zone. Das ist mit dem großen Kalkgehalt des Wassers der warmen Meere zu erklären. Eine der Zementierung entsprechende Rolle spielt augenscheinlich der Zustand der bohrenden Muscheln. Diese gehören zu den *Desmodonta*, denen die Befestigung vermittels der Zementierung unmöglich war wegen der Zerbrechlichkeit ihrer Schale — eine Eigenschaft, die sich schon bei den paläozoischen Formen bemerkbar macht. Bei der geringen Dicke der Klappen wäre in der Zone starker Wellen die Befestigung durch Zementierung totbringend. Die Befestigung am Verharrungsort in ausgebohrten Hohlräumen hat auch augenscheinlich die Befestigung vermittels des Byssus abgelöst, und zwar verhältnismäßig spät, denn die bohrenden Muscheln sind mit Bestimmtheit erst im Mesozoikum bekannt; denn die Funde aus der Steinkohlenperiode (*Pholadidae, Teredinidae*) sind noch sehr zweifelhaft.

Bücherbesprechungen.

Tschirch, A., Erlebtes und Erstrebtes. Lebenserinnerungen. VI u. 254 S. Bonn 1921, Friedr. Cohen.

Ein bekannter Naturforscher erzählt aus der ersten Hälfte seines reichen Lebens. Alexander Tschirch, der in seinen dicken, aber stets eigenartigen Büchern sich als ein Gelehrtencharakter erwiesen hat, tritt uns hier auch von seiner menschlichen Seite als ausgeprägte Persönlichkeit entgegen, schon rein körperlich: „Ich habe seinen (des Großvaters) breiten, runden Schädel (die Freude aller Bildhauer, Maler und Kunstphotographen)". Etwas weitläufig, aber anschaulich schildert der Verf. seine Jugendzeit in der Heimatstadt Guben, wo der Vater Pastor war, und seine Lehrzeit in der Apotheke von Loschwitz bei Dresden. Während der Gehilfenjahre führte ihn seine Wanderlust nach Oberlahnstein, Freiburg i. B. und Bern. Seit 1878 studierte Tschirch in Berlin Chemie und Botanik, promovierte mit einer im Schwendenerschen Institut entstandenen physiologisch-anatomischen Arbeit, wurde Assistent bei Pringsheim und Franck und habilitierte sich auf Anregung Eichlers für Botanik. Jetzt unternahm er es, seine schon früher betriebenen Bestrebungen zu verwirklichen: den Unterricht in der Pharmakognosie zu reformieren. Die schlechten Vorlesungen Garckes in diesem Fache hatten solche Pläne in ihm erweckt; der gute alte Herr verübelte ihm seine Konkurrenzvorlesung, die ein Charakter wie Tschirch natürlich nicht ohne Vorwissen Garckes hielt, nicht, sondern unterstützte ihn. Besonders pflegte Tschirch ein botanisch-mikroskopisches Praktikum mit spezieller Berücksichtigung der Drogen und Nahrungsmittel, das erste dieser Art in Deutschland. Da ihm in Preußen nicht die nötige Unterstützung seiner Reformideen zuteil wurde — leider wird ja auf die Lehrbefähigung und Lehrwilligkeit der Universitätsdozenten auch heute noch wenig Gewicht gelegt — nahm er 1890 einen Ruf auf den Lehrstuhl der Pharmazie nach Bern an, wo er noch in reger Tätigkeit wirkt. Mit der Übersiedlung nach der Schweiz schließt das Buch. Hoffentlich beschert uns Tschirch auch noch die Darstellung seines zweiten Lebensabschnitts, der er wohl mit Recht den Titel „Erreichtes" geben könnte.

Die Darstellung der inneren geistigen Entwicklung des Verf. hätte man etwas eingehender und tiefer gewünscht. Die Schilderungen der Persönlichkeiten aber sind, auch wo sie nur aus wenigen Strichen bestehen, wahre Porträts, z. B. die von Paul Magnus (S. 146). Manche interessante Mitteilung betrifft die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Institute und des Unterrichtsbetriebes. 15 Tafeln zeigen uns Stätten und Menschen, die in des Verf. Leben eine Rolle gespielt haben, doch auch allgemeiner Teilnahme sicher sind. Hubert Winkler, Breslau.

Lehmann, H., Die Baumweißlingskalamität und die Organisation zu ihrer Bekämpfung. Nach Erfahrungen in der Rheinpfalz bearbeitet. Flugschr. Deutsch. Ges. angew. Entom. Nr. 10. 8°. 31 S., 11 Fig. Berlin 1922, P. Parey.

Der Baumweißling, *Aporia crataegi* L., früher in Deutschland wohl allgemein und häufig, tritt seit langer Zeit nur lokal und vorübergehend stärker auf. Die Epidemie schwillt gewöhnlich rasch an, um nach wenigen Jahren wieder ebenso zu verschwinden. Ein solches Anschwellen fand in der Rheinpfalz seit dem Jahre 1917 statt. Im Jahre 1920 hatte sich die Kalamität „einer ungeheueren Flutwelle gleich" über die ganze Vorderpfalz und die tiefer gelegenen Teile der Nord- und Westpfalz ausgebreitet, so daß für 1921 die dortigen, überaus reichen Obstbaugebiete mit einer Katastrophe bedroht schienen. Bereits im Jahre 1918 hatten Bekämpfungsmaßnahmen eingesetzt, Absammeln der Winternester, Spritzen mit Arsengiften, Sammeln der Puppen, Zerquetschen der Raupen, Abklopfen derselben und Verhinderung des Wiederautbaumens durch Leimringe. Da aber alle diese Maßnahmen nicht allseitig durchgeführt wurden, hatten sie keinen besonderen Erfolg. Im Winter 1920/21 wurde dann auf Betreiben Prof. Stellwaags der Kampf organisiert, mit Begehungen, Versammlungen mit Vorträgen, Zeitungsartikeln, Flugblättern usw., vor

allem aber durch polizeilichen Zwang zum Abraupen bis zu bestimmtem Tage, widrigenfalls das zwangsweise geschah. In erster Linie wurden die Winternester entfernt und vergraben, die kleinen dürren Blattbüschel, in denen die jungen Raupen überwintern. Arsenspritzungen erwiesen sich als unwirksam, da zu ihrer Zeit die Bäume zu stark sprossen und so den Raupen immer neues Grün darbieten. In einer Gemeinde wurden auch die Puppen abgesammelt, 957 Pfund, etwa 1 Mill. Stück. Die Kosten der ganzen Bekämpfung betrugen 22—25 Mill. Mark. Der Erfolg war aber auch vollständig; im Jahre 1922 standen alle Bäume in kräftigster Belaubung. — Zum Schlusse weist Verf. auf die Wichtigkeit der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis hin, was Ref. dick unterstreichen möchte angesichts der neuerdings einsetzenden Bestrebungen in Deutschland, die wissenschaftliche angewandte Entomologie von der Praxis, dem „Pflanzenschutze" zu trennen, Bestrebungen, die Ref. geradezu als unheilvoll bezeichnen möchte. Jede angewandte Wissenschaft kann nur in dauernder Verbindung mit der Praxis gefördert werden und sägt sich den Ast ab, auf dem sie sitzt, wenn sie sich von dieser loslösen will. Reh.

Anregungen und Antworten.

Die südamerikanischen Equiden keine Stütze für A. Wegeners Hypothese. Der Aufsatz von W. R. Eckhardt (diese Zeitschrift Seite 326) über Wegeners Hypothese der Kontinentverschiebung und die Tiergeographie hat mich erneut veranlaßt, die Gründe für das Aussterben der südamerikanischen Pferde zu prüfen, und zwar am fossilen Material selbst. Wir sind heute wohl in der Lage, paläontologisch die inneren Ursachen für das Erlöschen diluvialer Säugetierarten anzugeben, denn es ist klar, daß diese Ursachen in der Organisation der Tiere begründet sein müssen, und daß die äußeren Einflüsse nur den letzten Anstoß zum Untergang geben. Eine von außen wirkende regionale Ursache, welche die im Diluvium von Panama bis Patagonien in allen Höhen verbreiteten Pferde zum Aussterben gebracht hat, kennen wir nicht, es sei denn, daß wir zu Annahmen greifen wie Wegener. Von den drei hauptsächlichsten südamerikanischen Pferdestämmen können wir mit Sicherheit sagen, daß zwei davon, nämlich die Hippidien und die Onohippidien, erloschen sind. Ihr Artentod ist leicht zu verstehen, denn sie sind in ihrer Organisation teils primitiv teils hoch spezialisiert, also in Sackgassen der Entwicklung verrannt, durch die sie bei Klima- und Vegetationsverschlechterung, wie sie die Eiszeit hervorrief, dem Untergang entgegengingen. Obwohl einhufig, waren Hippidium und Onohippidium doch plumpe und schwerfällige Tiere mit kurzen und stämmigen Beinen; der große Kopf besaß einen kurzen Rüssel und niedrigkroniges Gebiß. Sie waren viel mehr an das Leben im feuchten Tropenwald angepaßt als an den Aufenthalt in der Steppe. Hippidium ging im Verlauf des Eiszeitalters auf den vegetationsarmen Ebenen Argentiniens früher zugrunde als das kleinere Onohippidium, das, bis Patagonien gedrängt, dort mit Haut, Huf und Haar in der Eberhardthöhle am Meerbusen von Ultima Esperanza gefunden ist, also noch mit dem Menschen zusammen bis nahe an die Gegenwart heran vorkam. Ganz anders steht es mit dem dritten Stamm der echten Pferde! Die bestbekannten Arten, z. B. Equus Andium lassen in ihrer ganzen Organisation kein einziges Merkmal erkennen, das auf ein baldiges Erlöschen hindeutete. Die verschiedenen Arten sind der Ebene wie dem Gebirge vorzüglich angepaßt. Sie stimmen im Gebiß so nahe mit den europäischen diluvialen Wildpferden überein, daß nur der Kenner imstande ist, kleine morphologische Unterschiede herauszufinden. So steht das genannte diluviale Andenpferd, ein stämmig gebautes Gebirgspferd, unserm Taubacher Wildpferd (Equus taubachensis des letzten Interglazials) in der Bezahnung und Unterkieferform sehr nahe. Das letzte ist nur als Waldweidenpferd der Ebene größer und schwerer. So wenig nun in Mitteleuropa die Gattung Equus während des Diluviums erloschen ist, ebenso wenig ist dies für die südamerikanischen Pferde anzunehmen. Zwar sind uns die diluvialen Pampasarten nicht so genau bekannt wie das Andenpferd; aber sie stimmen im Gebiß und Schädel so mit ihm überein, daß wir von diesen argentinischen Arten, die dort noch in historischer Zeit lebenden Pferde herleiten dürfen. Es ist lediglich Nachbetung, wenn gesagt wird, daß es kein präkolumbisches Pferd in Südamerika gegeben habe: Die paläontologischen Funde sprechen durchaus dafür, daß die Gattung Equus in Südamerika im Diluvium la Platas nicht erloschen ist, sondern dort vor Ankunft der Conquistadores noch vorhanden war. Daß das argentinische „Wildpferd" sich mit dem europäischen Hauspferd fruchtbar kreuzt, ist nur ein Beweis dafür, daß sie beide auf eine gemeinsame Wurzel, nämlich ein pliozänes nordamerikanisches Wildpferd, zurückgehen.

Wie die Pferde, so bieten auch die anderen Familien der südamerikanischen Diluvialfauna ein schönes Beispiel für die Gesetzmäßigkeit, daß alle zugleich primitiven und abwegig spezialisierten Gattungen bei Auslösung äußerer, die Lebenslage verschlechternder Ursachen (hier das Eiszeitalter) ausgemerzt werden, während die primitiven oder spezialisierten Typen, wenn schon zurückgedrängt, sich halten können. Dies läßt sich ausnahmslos für Elephas, Mastodon, Macrauchenia, Toxodon, die Riesenfaultiere, Glyptodontiden und Säbelkatzen erweisen. Tapir, Hydrochoerus, Dicotyles u. a. sind unter den eiszeitlichen Einflüssen merklich kleiner geworden, Pferde, Lamas, Hirsche, Dasypodiden, die meisten Nager, Beuteltiere und Carnivoren haben dagegen ohne merkliche Änderungen bis heute ausgedauert.

W. O. Dietrich.

Literatur.

Baumann, J., Gärungslose Früchteverwertung. Stuttgart '22, Eugen Ulmer.

The Distribution of Bird Life in the Urubamba Valley of Peru. Chapman, Frank M., Smithsonian Institution United States National Museum Bulletin 117. Report on the Birds Collected by the Yale University, National Geographic Societys Expeditions. Washington '21, Government Printing Office.

Blake, S. F., Smithsonian Institution United States National Museum. Contributions from the United States National Herbarium Vol. 20, Part 10. Revisions of the Genera Acanthospermum, Flourensis, Oyedaea and Tithonia. Washington '21, Government Printing Office.

Inhalt: H. Kranichfeld, Das Verhältnis der Relativitätstheorie Einsteins zur Kantschen Erkenntnistheorie. S. 593. N. N. Yakowleff, Die Wandlungen der Anheftung bei verschiedenen Gruppen der Meerestiere. S. 603. — **Bücherbesprechungen:** A. Tschirch, Erlebtes und Erstrebtes. S. 607. H. Lehmann, Die Baumweißlingskalamität und die Organisation zu ihrer Bekämpfung. S. 607. — **Anregungen und Antworten:** Die südamerikanischen Equiden keine Stütze für A. Wegeners Hypothese. S. 608. — **Literatur:** Liste. S. 608

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 5. November 1922. | Nummer 45.

Nährpflanzen und Heilpflanzen in der Geschichte.

[Nachdruck verboten.]

Von **Georg Sticker**, Würzburg.

Soweit wir in die Vergangenheit der Völker zurückblicken, werden vom Menschen unter seinen Nährmitteln und Heilmitteln die Gaben der Pflanzenwelt besonders hochgeschätzt. Vielleicht gab es Zeiten und Orte, wo unsere frühesten Vorfahren ausschließlich oder vorwiegend auf Kosten der Tierwelt lebten, weil die Pflanzenwelt ihrer Wälder und Steppen wenig Anlockendes bot. Aber wir dürfen uns kaum vorstellen, daß dieses jemals die Regel gewesen sei bei jenem zweihändigen Geschlecht, das, mit Gebiß, Magen, Darm für pflanzliche Kost mindestens ebenso ausgerüstet oder angepaßt wie für tierische, sich in der letzten Zeit des Tertiärs weiter entwickelte, in der Zeit, als das heutige Grönland Koniferenwälder mit Sequoia und Taxodium und zugleich Platanen, Magnolien, Sassafraslorbeeren, Pappeln, Eichen, Walnußbäume trug. Ebensowenig wird sich der werdende Mensch der quaternären Epoche auf Tierjagd und Fischjagd beschränkt haben an den nordischen Spitzbergen und in der weiten Ebene des nordischen Festlandes, als dort neben den Nadelwäldern mit Rottanne, Weißtanne, Kiefer, Taxusbaum, Lebensbaum, Wachholder auch weite Wälder und Haine mit Eichen, Platanen, Bergahorn, Linde, Walnuß, Hainbuche, Pappel, Weißbirke, Kreuzdorn, Haselstaude standen; wo Sümpfe mit Sumpfzypresse, Stechpalme, Schilfrohr, Wassersäge, Wasserrose sich ausdehnten; wo Ulmen, Eschen, Erlen, Weiden den Bächen und Flüssen folgten; wo Kräuter, Pilze, Körner, Beeren, Schalenfrüchte, Steinobst, Kernobst, Wurzeln, Knollen ebenso zum Genuß einluden wie jagdbare Kriechtiere, Insekten, Vögel, vierfüßiges Wild und Fische.

Das mußte freilich anders werden, als mit den eintretenden vieltausendjährigen Vergletscherungen und Überschwemmungen die große Baumwelt starb und über den untergegangenen Wäldern endlose Tundren und Haiden sich ausdehnten, karge Weideplätze des Renntieres, des Moschusochsen, des Lemmings, des Vielfraßes, des Schneehuhns. Auch mögen die Zeiten der Steppenfauna, welche den Rückzügen der Eiswüste geduldig folgte, um unter ihrem Wiederkehren verkümmernd zu weichen, mehr zur Jagd geladen haben als zur Pflanzenkost, solange als sie neben Steppenziesel, Bobak, Pfeifhase, Wühlratte, Iltis, Hermelin, Schakal, Wolf auch noch die Herden des Elefanten, des Nashorn, des Mammut, des Büffels, des Auerochsen, des Riesenhirsches, des Elen, des Wildpferdes, der Trappe und andere Hühnervölker nährten; so lange als der diluviale Mensch, bedrängt von Bär und Löwe und Wolf und Hyäne, ununterbrochen geübt blieb in der Abwehr wie in der Verfolgung der Tierwelt. Sicher ist, daß wir bisher aus der Zeit des Höhlenlebens im Diluvium jedes unmittelbare Andenken daran, daß der Mensch damals Blätter, Früchte, Wurzeln verzehrt habe, vermissen; wir müßten denn eine auffällige Abschleifung des Gebisses, die sich beim Menschen der Altsteinzeit durchgängig findet, als Wirkung harter pflanzlicher Kost deuten dürfen. Das ist nicht ohne weiteres erlaubt; auch das Abnagen und Zermahlen von Knochen, Muscheltieren, Käfern schleift die Zähne ab; dazu kommt, daß das älteste uns bekannte Leiden des Vorzeitmenschen, die Höhlengicht, wie sie als Gliedersucht Gelenke und Knochen angreift, auch dem Zahnwuchs und der Zahnerhaltung feindlich ist. Übrigens teilt der diluviale Mensch die Verderbnis seines Gebisses mit einigen pflanzenfressenden Riesengefährten, insbesondere mit dem Merckschen Nashorn und mit dem Mammut; bei diesen finden wir schlechtes Zahnwerk in einer Form, die weniger einer fortschreitenden natürlichen Abnutzung entspricht als einer schwachen Anlage und Ausbildung der Zähne.

Sogar noch im jüngeren Paläolithikum, wo ein herdfeuerpflegendes und kunstliebendes Menschengeschlecht die Wände seiner Wohnhöhlen, seine Waffen und andere Gebrauchsgegenstände mit naturwahren Zeichnungen und Malereien und Schnitzbildern verziert, fehlen sichere Beweise für eine Schätzung der Pflanzenwelt als menschlicher Kost. Die Aurignacrasse wie die Cro-Magnonrasse hinterläßt Bildnisse ihrer selbst, ihrer Zelte, Kleider, Schmucksachen, ihrer Jagdtiere, Nashorn, Ziege, Wildkatze, Nilpferd, Hirsch, Mammut, Bison, Renntier, Fische; aber Pflanzenbilder zeichnet der Mensch erst am Ausgange des Diluviums neben Ranken und Zierlinien. Daß er sich mit wildwachsenden Kräutern und Früchten und Wurzeln genährt habe, ist eine vielmals ausgesprochene Vermutung, aber doch mehr ein Rückschluß vom Leben der alluvialen Steinzeitmenschen und vom Leben der heutigen wilden Völker und Affengeschlechtern als Gewißheit.

Auch unter den ältesten Küchenabfallhaufen der muschelverzehrenden Küstenbewohner im Norden lassen sich regelmäßige Pflanzenbestandteile als Nutzreste nicht nachweisen.

Das ändert sich deutlich mit den Anfängen der frühneolithischen Zeit des Alluviums, wo der Mensch nicht mehr ausschließlich als Jäger und Fischer erscheint, sondern mehr und mehr als Hirte auftritt und endlich als Ackerbauer und als

Städtegründer. Jetzt ist ein großer Teil der Tierwelt, die dem Menschen der Vorzeit das Leben fristete, verschwunden. Mammut und Höhlenbär sind ausgestorben; Löwe und Hyäne sind in wärmere Zonen ausgewandert; Renntier, Gemse, Steinbock, Murmeltier haben sich mit den Gletscherfeldern in den hohen Norden oder an die Schneegipfel der Alpen zurückgezogen. Immerhin ist Gelegenheit genug zur Jagdbeute geblieben; im Walde der Edelhirsch, das Elchtier, das Reh, das Wildschwein, Vögel aller Art; auf der Steppe Pferd und Rind und Geflügel, soweit die Ebenen des alten Festlandes reichten. Die Raubtiere, die dem Menschen die Jagd verderben und streitig machen, Bär, Wolf, Fuchs, Luchs sind scheuer und nicht mehr so furchtbar wie die Tischgenossen der Urzeit. Ein Teil der Tiere, die mit dem Menschen das neue gemäßigte Klima teilen, ist der Zähmung und Züchtung zugänglich; der Hund wird dem Menschen Gefährte und Jagdgehilfe; Rind, Ziege, Schaf werden milch-, fleisch-, kleidunggebende Haustiere und Herdentiere.

So stand es vor rund fünftausend Jahren für das weiße Menschengeschlecht im Herzen Asiens, das sich gelbe Menschenhorden und Rinder, Pferde und Schafe zu Haus- und Hürdetieren erzogen hatte und, vom treuen Hund begleitet, seine weiten Weidegebiete schützte. Aus unbekannten aber dem steppenkundigen Loimologen nicht schwer enträtselbaren Ursachen mußten jene weiße Menschen, die sich Arier, die Gebietenden nannten, wiederholt nach allen Himmelsgegenden flüchtig werden, um neue Weideplätze und Wohnsitze zu suchen. So geschah es im dritten und zweiten Jahrtausend vor Christus bei den germanischen Zweigen der Urarier; nach Norden verdrängt und immer aufs neue von der Kargheit des Bodens, von der Unwirtlichkeit des Himmelsstriches, von bodenspaltender Dürre mit Versiegen alles Pflanzenwuchses, von den Plagen der tierischen Umwelt und von menschenmordenden und viehmordenden Seuchen zum Aufbruch gezwungen, kamen sie nach unübersehbaren Wanderungen und unsäglichen Mühsalen endlich zu den Gestaden Nordeuropas und besiedelten von hier aus auch die weiten Urwaldungen zwischen Weichsel und Donau und Rhein.

Der Ursprung und die Schicksale der germanischen Stämme in jener Vorzeit sind in Körperform und Sprache, in Sagen und Gebräuchen und Sitten befestigt; nebenher lassen uns einzelne von ihnen mitgetragene Pflanzen Herkunft und Wanderzug ahnen; so die Zuckerwurzel (sium sisarum L.), die in der Mongolei einheimisch mit den Germanen ihren Weg zum Rheine gefunden hat. Die Verehrung der Eichenmistel (viscum quercinum L.) und die heiligen Gebräuche, die von den Druiden beim Pflücken dieser Pflanze und bei der Bereitung des Guthyl daraus geübt wurden, gehen auf die Bereitung des uralten arischen Göttertrankes Haoma zurück; ebenso das Anzapfen der Birke (betula alba L.) und des Bergahorns (acer pseudoplatanus L.) zur Bereitung des Birkenweins und des Ahornweins; vor allem auch die Gährung des Meths aus verschiedenen Früchten und Fruchtsäften unter Zusatz von Wasser und Honig.

Bei der Einwanderung aus den russischen Steppen in die neue, durch Urwälder und Sümpfe unwirtliche Heimat wurden die Germanen gezwungen, die bisherige Grundlage ihres Lebens zum Teil aufzugeben, die Viehzucht einzuschränken und durch Erträgnisse der Jagd zu ergänzen; bei karger Jagdbeute und raschem Viehsterben auch wohl in der Pflanzenwelt allein Nahrung zu suchen. Im Laubwalde fand der streifende Jäger Himbeeren, Brombeeren, Haselnüsse, Schlehen, Kirschen, Äpfel, Birnen, Eicheln, Bucheckern. Auf der Weide verriet die Gräserwelt dem aufmerksamen Hirten eine ähnliche Neigung zu fast unbegrenzter Herdenbildung, wie er sie von den Familien des Rindes und anderer Zweihufer kannte und nutzte; der Viehzüchter lernte so nicht nur, die wohlschmeckenden und nahrhaften Samen der Gräser als gelegentliche Beikost zu verwenden; er lernte auch Fruchtmieten und Fruchtspeicher anzulegen und Gerste und Weizen zu säen und ernten.

In der jüngeren Steinzeit sind sechszeilige Gerste (hordeum hexastichum L.), Emmer (triticum dicoccum Schrank), Einkorn (triticum monococcum L.), Weizen (triticum elegans) angebaute Gräser; außer ihnen werden Pastinak (pastinaca sativa L.), Zuckerwurzel (sium sisarum L.), Mohrrübe (daucus carota L.), Linse (ervum lens L.), Lein (linum usitatissimum L.) angepflanzt. Hierzu kommen später, in der Bronzeeisenzeit, Roggen (secale cereale L.), Spelt (triticum spelta L.), Hafer (avena sativa), Saubohne (vicia faba L.), Ackererbse (pisum arvense L.).

In den Pfahlbauten der Schweiz können wir Schritt für Schritt verfolgen, wie der schweifende Hirt und Jäger zum seßhaften Stallzüchter und Fischer wird, wie er Hund, Rind, Ziege, Schaf, Schwein zu Haustieren macht; wie er Weizen, Gerste, Hirse in verschiedenen Arten pflegen, ihr Korn bewahren, zu Brei bereiten, zu Brot verbacken lernt.

Im Germanien der Römerzeit ist der seßhaft gewordene Arier immer noch ein Liebhaber der Jagd; aber er läßt sein Leben nicht mehr von den Erträgnissen der Jagd allein abhängig sein. Indessen, durch Boden und Wetter an Frost und Hunger gewöhnt, ist er mit wenigem zufrieden und treibt die Ackerwirtschaft nicht weiter als zum Leben unbedingt erforderlich ist. Der freie Mann läßt sich ohne äußeren Zwang nicht darauf ein, das Land zu bebauen und des Jahres Ertrag abzuwarten. Wenn er nicht in den Krieg zieht oder auf der Jagd ist, so bringt er den ganzen Tag am Herdfeuer zu in süßem Nichtstun bei Essen, Trinken und Schlafen. Getreide fordert er vom Boden; aber Weiber, Greise und Schwächlinge besorgen Feld und Hof und Haus und

bergen für den Winter die Feldfrucht im Boden oder in unterirdischen Höhlen. Wildes Obst, frisches Wildbret und saure Milch bleiben die Lieblingskost des Germanen; ein Gebräu aus Gerste oder Weizen gibt den unentbehrlichen Trunk. So war es, als Cäsar über die Alpen drang, um Germanien zu besiedeln, und als Tacitus die Eigentümlichkeiten, die Tugenden und Fehler der deutschen Stämme aufschrieb.

In guten Zeiten ehrte der Germane das heilige Dach der Eiche, die gesunde Beikost der Obstbäume, die methspendende Kornfrucht. In Zeiten der Not, in Viehseuchen, im Mißwuchs der Felder, in eigenen Krankheiten wird ihm die ganze Pflanzenwelt ehrwürdig und heilig. Dann erschließen zahllose Früchte, Kräuter, Wurzeln gute Gaben. Die Geschichte solcher Zeiten des Mangels und der Not lesen wir in den ältesten Namen unserer einheimischen bodenständigen Pflanzen. Wer mit Höfler diese Namen auszulegen versteht, der vermag zu sehen, wie die große Lehrerin der Menschheit, das Bedürfnis, unseren Stammvätern die Nährmittel und die Heilkräfte in der sie umgebenden Pflanzenwelt gezeigt hat. Im täglichen Kampf um die Notdurft des nackten Lebens versuchten die Darbenden und Leidenden alles, was das erste menschliche Bedürfnis, den Hunger, unschädlich stillen, was Schwäche beseitigen, Schmerzen mildern konnte. Was wir heute verachten, mußten sie hochschätzen.

Die Pfahlbauten bei Bobbenhausen in der Schweiz zeigen, daß ihre Bewohner aus den Samenkörnern vom guten Heinrich (chenopodium bonus Henricus) ihr tägliches Brot buken; in den östlichen Ländern Europas wird heute, wie so oft in vergangenen Zeiten, wieder einmal Hungerbrot daraus gebacken; und alles, was in späteren Zeiten in Deutschland als Not- und Hungerbrot galt, diente den Urgermanen vielerorts durch lange Zeiten zum Hauptgericht: Eichelbrot, Büchelbrot, Schlehenbrot, Kleebrot.

Von den ältesten Nutzpflanzen haben sich die, welche reich an Mehlstoff oder Zucker oder Fett sind, am zähesten unter den Volksheilmitteln der Schwindsucht erhalten: so die Früchte des Speisebaumes, der Buche; des Gedeihbaumes, der Eiche; Adebars Brot oder Gottesgnade, die Knollen des Storchschnabels. — Vielen anderen Pflanzen schrieb und schreibt das Volk die Kraft zu, die Fruchtbarkeit vermehren und das Gebären zu erleichtern, dem Frauenblatt (achillea moschata), dem Sonnenwendgürtel oder Schoßwurz (artemisia absinthium), dem Keuschlamm, der Männertreu. — Zahlreiche Pflanzen erwiesen sich als Vernichter von Ungeziefer und als Abwehrer von Krankheitsgeistern: die Pflanze Orval, d. h. Erdfall oder Milzbrand; das Biswurmkraut; das Wanzenkraut oder Wurmkraut oder Herrgottshöltzl; die Lausblume, Seidelbast; der Hexenbesen, Birkenmistel; das Schelmenkraut, Kreuzwurz; das Schwindholz, Esche. — Als Wundkräuter dienten die Blätter des Wundbaumes, der Esche; die Blutwurz oder Birkwurz; die Eiterwurz. — Stärkend wirkten der Barfuß und die Machtwurz. — Eine große Gruppe umfaßt Gräser und Kräuter mit schmerzstillender Wirkung: Pflanzenteile, die kühlend wirken wie der Wegetritt oder wie der gute Heinrich; betäubend wie die Schlafbeere, wie das Schlafkraut (Bilsenkraut), wie die Nickelruh (Schlafmohn), wie der Nachtschaden; beruhigend wie die Grimmbeere, tröstend wie die blaue Blume des Wegewarts Nimmerweh.

Wer so das Volk der Vorzeit Nahrung und Hilfe bei der Pflanzenwelt suchen und finden sieht, der versteht seinen Rat: Pflanze Linden um dein Haus, dann können die Hexen nicht ankommen; der ehrt seine fromme Mahnung: Vor dem Holler sollst du den Hut abnehmen oder niederknien!

In den römischen Siedlungen an Donau und Rhein scheinen die genannten Heilkräuter nicht viel gegolten zu haben. Der weltbeherrschende Römer hatte es längst verlernt, mit Cato dem Censor im einheimischen Krauskohl (raphanis Theophrasti, crambe Plinii, brassica crispa), das trefflichste Nahrungsmittel und wirksamste Heilmittel zu schätzen, dessen kraftgebende Wirkung sogar durch den Harn vermittelt werde; sie verachteten den Rat: Sammle deinen Harn, wenn du Kohl gegessen hast; die kleinen Knäblein, die du damit wäschest, werden niemals Schwächlinge sein. — Sie hörten auf Cato nicht mehr; darum entarteten sie. Wirkliche Arzneien mußten für den Römer der Kaiserzeit aus Ägypten, aus Arabien, aus Indien kommen. Der hochgebildete und sicherlebende Städter hat keine Veranlassung, die gewöhnliche Pflanze am Wege mit Ehrfurcht zu betrachten und ihr zu vertrauen. Ihm gilt der einfältige Unterricht des Volksgeistes nichts, am wenigsten wenn er von Rohlingen, wie den Germanen, kommt. Ihm ist maßgebend die hohe Schule des Imhotep, des Theophrastos, des Dioscorides, des Galenos.

Dem domestierten und zivilisierten Germanen in römischen Diensten an Donau und Rhein wurde die heilige Thräne der Isis (hierabotane Diosc.; verbena officinalis L.) ein begehrenswertes Heilmittel; aber daß sein eigenes Eisenhart (verbena officinalis L.), das an allen Wegen stand, noch die von den Druiden gerühmte Kraft, hieb-, schuß- und fieberfest zu machen, habe, konnte er nicht glauben. Die römische plantago oder septemnervia lernte er gemäß der Empfehlung des Griechen Themison als Allheilmittel schätzen; den eigenen Wegerich (plantago) sah er nicht mehr an. Da der Leibarzt des Kaisers Augustus, Antonius Musa, die Vettonica der spanischen Alpen in einem Gedicht gepriesen hatte und es die höchste Schmeichelei für einen Römer geworden war, zu hören: Du bist mit Tugenden mehr begabt als die betonica,

so wurde das Zehrkraut (betonica) der deutschen Waldwiesen überflüssig.

Indessen verdankte der Germane dem Römer große und gründliche Vorbilder in der Pflege des heimischen Bodens; Anleitungen zum Ackerbau, zur Obstbaumpflege, zur Wiesenbewässerung, zur Anlegung von Gemüsegärten, zur Anpflanzung des gallischen Weinstockes zeigten ihm, wie reich, wie unerschöpflich die harte Mutter Erde ist für den, der sie in treuem Dienst lieben lernt und sie wiederlieben lehrt.

Es kamen die Unruhen, die Stürme, die Verheerungen der Völkerwanderung, mit ihnen die Vernichtung der Wechselbeziehungen zwischen Boden und Volk. Der Germane, herd- und herdenlos geworden, mußte aufs neue den Zufällen der Jagd und des Raubkrieges vertrauen, mußte bei der Pflanzenwelt, die er zu beherrschen gelernt hatte, wieder betteln gehen. Er mußte zufrieden sein, wenn das, was Wald und Anger, Sumpf und Fluß abgaben, ihm und nicht feindlichen Drängern zufiel.

Endlich ließ das halbtausendjährige Drängen und Kämpfen, Verbluten und Sterben der germanischen Völker nach; der Rest der deutschen Stämme sah wieder die Möglichkeit, feste Wohnsitze auf eigenem Grunde zu behaupten und Herd und Hof, Stall und Feld einzurichten. Statt gewalttätiger Eroberer kamen jetzt milde Kulturträger ins Land, die Söhne des heiligen Benediktus. Sie kamen von den britischen Inseln, wohin sie vordem auf Befehl des großen Papstes Gregor den Angeln und Sachsen Nächstenliebe und Gottesverehrung gebracht hatten. Sie sahen ihre nächste Aufgabe darin, Pflanzschulen der germanischen Jugend zu gründen und mit ihrer Hilfe das verwüstete und verwilderte Land aufs neue urbar zu machen. Es entstand die Mehrerau am Bodensee unter Columban und Gallus; die Kultur des Friesenlandes unter Willibrord; die Kultur der Franken unter Emmeran und Kilian; es entstanden die Stifte und Schulen zu Fulda, Mainz, St. Gallen, Weißenburg, Reichenau, Corvey, Prüm unter Winfried, dem Apostel der Deutschen, der den Mönchsnamen Bonifacius trägt, und unter seinen frommen Nachfolgern Burkard, Willibald, Wunibald, Walpurgis. Wo diese Boten der Gotteskindschaft und Hüter menschenwürdiger Sitte hinkamen, da versprach die deutsche Erde aufs neue für alle, die sich ihr anvertrauen wollten, reichlichen Unterhalt. Anfänglich gab es noch schwere Notzeiten, wo Wurzeln und Kräuter und wilde Früchte das nackte Leben retten, langwierige Schmerzen lindern, tödliche Krankheiten und Seuchen abwehren mußten. So hilfreiche Kräfte sollten unvergessen bleiben. Darum wurden sie jetzt nach dem Christengott selber und nach seinen Heiligen benannt.

Manche schlichte Pflanze kam damals zu hohen Ehren. So die Feigwurz, der Warzenhahnenfuß (ranunculus ficaria L.); beim Volk stand ihr Kraut seit uralter Zeit bei den bösen Anschwellungen, Geschwüren und Lähmungen der Hungerkrankheit, die später den Namen Scharbock bekommen hat, in Ansehen; ihre Wurzelknöllchen, die in karger Frühlingszeit gelegentlich ein Regen aus dem Boden wusch und die dann als Weizenregen willkommen waren, bekamen den Namen Himmelsgerste; die ganze Pflanze wurde nun Gotsgenad, gratia Dei genannt. Später ist sie zum kleinen Schöllkraut (chelidonia minor officinarum, Matthiolus † 1577) erniedrigt worden, während ein anderes Kraut mit wundheilender Kraft, der stinkende Storchschnabel (geranium robertianum L.), der ebenfalls kleines Schöllkraut (Chelidonia minor Sanctae Hildegardis † 1179) hieß, den Ehrennamen Sankt Rupertskraut, nach dem Stifter des Zisterzienserordens Robertus († 1108), erhielt und behalten hat. — Auch zwei Farnkräuter, die Natternzunge (ophioglossum vulgatum L.) und die Mondraute (botrychium seu osmunda lunaria L.) wurden ausgezeichnet: Die Natternzunge mit ihrer Heilkraft für Wunden, Geschwüre und Entzündungen erhält den Klosternamen lancea Christi; in beiden Benennungen wirkt der uralte Glauben der Indogermanen nach, daß, was Wunden schlägt, auch Wunden heilt; die Mondraute, ebenfalls hilfreich bei Wunden und Geschwüren und auch bei Bruchschäden der Kinder, bekommt den Namen herba Sanctae Walpurgis, nach der Äbtissin Walpurg in Heidenheim († 779), der Schutzfrau wider allen bösen Zauber. — In allgemeiner Schwäche, besonders auch bei Schwächezuständen der Brust und des Gedärms, war die Brustwurz von alters her geschätzt; damals erhielt sie den Namen Engelwurz (angelica silvestris und angelica archangelica L.) und sogar, wegen der Heilsamkeit ihres Auszuges in Klosterweinen radix Sancti Spiritus. — Flüsse der Brust und des Bauches, Hustenleiden und Ruhr, heilte das Kreuzkraut (senecio jacobaea L.); in Erinnerung an den Apostel Jacobus den Älteren erhielt es den Namen Jakobskreuzkraut, herba Sancti Jacobi. — Ein wirksames Volksmittel in langwierigen Bauchstockungen und Wassersuchten ist durch seine abführende Wirkung der Wilde Aurin; er bekam den Namen Gnadenkraut oder Gottesgnade, gratiola (gratiola officinalis L.). — In hartnäckigen Drüsenbeulen, Eiterungen, Brustleiden hatte sich der Roßhuf oder Eselsfuß, Huflattig (tussilago farfara L.) bewährt; er wird nunmehr herba Sancti Quirini genannt, in Erinnerung an den römischen Tribun Quirinus, der zum Christentum übertrat, als der Papst Alexander seine Tochter vom Übel der Skrofeln, mal de Saint Quirin, geheilt hatte. — In der schweren Gliedersucht mit Reißen, Zittern, Lähmungen und in der hinzutretenden Qual des Blasensteines hatte von jeher die Frühlingsschlüsselblume (primula veris L.) als herba arthritidis guten Ruf; in der Klosterapotheke wird sie zum Himmelsschlüssel,

herba Sancti Pauli. — Gegen die Fußgicht hatte sich der Giersch oder Geißfuß (aegopodium podagraria L.) stets heilsam erwiesen; er wurde in Erinnerung an den wohltätigen Abt Gerhard von Brogne († 959) herba Sancti Gerardi genannt. — Wunden, Wechselfieber und sein Gefolge, Leberleiden, Bauchwassersucht, heilte der Wasserhanf oder Wasserdosten, auch braunes Leberkraut genannt (eupatorium cannabinum L.), sogar der verwundete Hirsch suchte ihn auf und stillte damit das Blut; die Ärzte Italiens nannten ihn nach dem Fürsten der Ärzte eupatorium Avicennae; als herba Sanctae Kunigundae wurde er dem Andenken der Kaiserin Kunigunde († 1040), der Bamberg auch die Anzucht des Süßholzes (glycyrrhiza glabra L.) zu verdanken hat, geweiht. — Wider Krämpfe und Fallsucht genoß das petenstro, das gelbe Labkraut (galium verum L.), Vertrauen; es wurde als Unserer lieben Frau Bettstroh, stratum lecti beatae Mariae, in den Schutz der Himmelskönigin gestellt. — Ein wirksames Mittel wider Würmer und das davon erregte Krampfleiden der Kinder und die Drehkrankheit der Lämmer war der Wurzelstock des Wurmfarren (polypodium filix mas); die zubereitete Wurzel, feugera, fougère, bekam den Namen Johannishand, manus Sancti Johannes, in Erinnerung an Johannes den Täufer, dem das Haupt vom Rumpfe sprang. — Wider den Freisam, Milchschorf der Säuglinge, und die ihn begleitenden Krämpfe war das dreifarbige Ackerveilchen (viola canina L.) gebräuchlich als Freisamkraut; es gewann als Dreifaltigkeitskraut neues Vertrauen.

Zäher als diese Namen, die, wenngleich unter Anrufung guter Geister, immerhin einem magischen Mißbrauch altbewährter natürlicher Heilmittel Vorschub leisteten, sind Namen und Verehrungen aus heidnischer Vorzeit geblieben, die wider böse unsichtbare Feinde gerichtet waren: das Berufskraut (erigeron acris L.), auch blaues Flöhkraut oder Altmannskraut genannt, wider das Beschreien der Kinder; das Hexenkraut (circaea lutetiana L.); das Drudenkraut, Teufelsklaue (lycopodium clavatum L.) mit seinem Hexenmehl, Bärlappsamen; der Gauchheil (anagallis arvensis L.), womit Hundswut und Krebs und alle bösen Geister gezähmt werden; das Wisunt, Quendel (thymus serpyllum L.); der Teufelsabbiß (scabiosa succisa L.), ein Schutz wider Bezauberung des Viehes; das Johannisblut (fuga daemonum, hypericum perforatum L.), ein Allheilmittel, das, in der Nacht der Sommersonnenwende, Johannisnacht, gesammelt, noch zur Zeit des Paracelsus das wichtigste Bannmittel wider alle bösen Geister, wider Gespenster, Einbildungen, Tobsucht, Aberwitz, Würmer ist; das Johanniskraut (herba Sancti Johannis, verbena officinalis L.), die älteste, den Ägyptern, den Griechen, den Druiden heilige Wundpflanze und Zauberpflanze.

Den christlichen Mönchen des Abendlandes lag in keiner Weise daran, eine magische Heilkunst zu finden und zu pflegen. Sie suchten natürliche Heilmittel und ihre natürlichen Kräfte. Führer dabei waren ihnen die Schriften der Alten. Was von einheimischen Pflanzen in Germanien von jeher und noch zur Zeit der Geburt des Herrn wuchs, zu welchem Gebrauch eine jegliche diente und welche besonderen Tugenden sie als Heilmittel hatte, das überlieferte ihnen ausführlich die Naturgeschichte des Plinius. Sie brauchten nur um sich zu blicken, um wahrzunehmen, daß Jahrhunderte von Völkerschicksalen kurze Augenblicke in der Welt Gottes sind. Noch stand, wie es Plinius vor siebenhundert Jahren verzeichnete, aus den Tagen der Schöpfung in dichten Urwäldern die tausendjährige, die fast unsterbliche Eiche, quercus robur, unter deren breitem Schutzdach die Gebete an Allfadur den Unsichtbaren und an seinen Stellvertreter Odin gerichtet wurden und die heiligen Opfer geschahen; deren gewaltiger Einbaum dreißig Männer über die Gewässer tragen konnte; deren Frucht als gesunde Kost für den Menschen und als starke Mast für das Schwein der Herbst in unendlicher Fülle herabschüttelte. Noch wuchs auf der Eiche das Allheilmittel der Druiden, die Eichenmistel, viscum quercus, die beim Scheine des sechstägigen Mondes von weißgekleideten Priestern mit goldener Sichel geschnitten nach der Opferung eines weißen Stierpaares unter Anrufung des Gottes zum Guthyl wird, dessen Saft alles Lebendige fruchtbar macht und jedes Gift bändigt. Noch drängte sich in den Torfsümpfen die heilige Erle, ellenum (alnus glutinosa L.) mit heilsamem Blatt und Rinde; auf den Heiden die gesellige Birke, betulla, als gefürchtete Rutenspenderin, aber auch Geberin von Korbgeflecht, Harz und heilsamem Frühjahrswein; auf Triften und Hügeln stand der weitschattende zuckersaftliefernde Feldahorn, platanus, und Bergahorn, acer; auf den Bergen ragten Lärche, larix (pinus larix L.) und Edeltanne, abies, hundertundzwanzig Fuß hoch und höher empor. Im Unterholz der Waldränder und Lichtungen wuchsen neben dem giftigen Goldregen, laburnus, den die Bienen meiden, der Pimpernußstrauch, staphylodendron (staphylea pinnata L.) mit eßbaren Samen, Schlehe, spina (prunus spinosa), Sauerkirsche und Vogelkirsche, cerasus (prunus cerasus, prunus avium L.) mit herben, sauren und süßen Früchten; an Bergeshalden stand die Weinrebe, vites vini, aus Gallien eingeführt.

Von Kräutern wurde der flachsgebende Lein, linum, gepflegt; die nährende Saubohne, faba (vicia faba L.); der Ölrettig, raphanus (raphanus sativus L.); die Zuckerwurzel, siser (sium sisarum L.), die der Kaiser Tiberius alljährlich als Zins einforderte; der Spargel, asparago, asparagus gallicus (Asparagus officinalis et silvestris L.); die wurmtreibende Mohrrübe, daucus (daucus carota L.); die keltische Narde, saliunca (valeriana celtica L.), und der Feldküm-

mel, casia (thymus serpyllum L.) mit magenstärkenden Kräften. Noch wuchs der Wasserampfer, britannica (rumex aquatica L.), mit mundfäuleheilendem, nervenstärkendem und schlangengiftwidrigem Saft und mit den Blüten, deren Genuß vor Thonars Keilen schützt; das Hexenkraut oder Donnerkraut, gallicum nardum (valeriana officinalis); die Bergflockenblume, centaurea (centaurea montana L.), mit bittersüßem, wundenheilendem Wurzelsaft; das Beinheil, der Wasserfaden, conferva (conferva fluviatilis L.), radix symphyti seu consolida major officinarum, Apulejus, mit knochenbruchbindender Wurzel; das unschätzbare Erdgal, Fieberkraut, Tausendgüldenkraut, centaurion lepton (erythraea centaurium L.). Von brotgebenden Gräsern wurden wieder wie vordem ausgesät der Roggen, siligo (secale cereale L.), der Weizen, triticum (triticum aestivum et hibernum L.), die Gerste, hordeum (hordeum vulgare L.), die Hirse, panicum (panicum miliaceum L.). Sorgfältig sammelte man das pfeilgebende Rohrschilf, calamus (arundo phragmites L.), den Färberwaid, glastum (isatis tinctoria L.), womit ehemals der britannische Krieger sich blau färbte, und der später, wie auch die blaue Heidelbeere, vacinia (vaccinium myrtillus L.), zur Färbung der Sklavenkleider diente; ferner das Seifenkraut, planta saponis (saponaria officinalis L.), als Haarbeize den Germanen und den Römerinnen dienend; die Moosbeere, samol der Druiden (vaccinium oxycoccus L.), bei leerem Magen mit linker Hand und abgewendetem Gesicht gepflückt und in die Tränkrinnen geworfen, ein kostbares Heilmittel in den Krankheiten der Rinder und der Schweine.

Zu diesen Nutzpflanzen und Heilpflanzen Germaniens, die schon vor der ersten Römerzeit bei den deutschen Stämmen geschätzt wurden, hatten die Mönche seit Columban und Gallus manche andere in ihren Heilschatz aufgenommen; fast für jeden Körperteil und Schaden hatten sie ein besonderes Kraut; den Augentrost, ocularia (euphrasia officinalis L.), den Zahntrost, dentaria (euphrasia odontites L.), das Lungenkraut, pulmonaria (pulmonaria officinalis L.), das Harnkraut, urinaria (ononis spinosa L.), das Bruchkraut, herniaria, herba millegrania seu cancri (herniaria glabra L.), das Gichtkraut, rheumatica (geranium pratense L.), das Ruhrkraut, sanguisorba (poterium sanguisorba L.), die Wundheilkräuter, sanicula (sanicula europaea L.), Heil aller Schäden, und ulceraria (ballota nigra L.) und centummorbia (lysimachia nummularia L.); das Schindkraut (chelidonium majus L.) usw.

Nicht wenige Heilkräuter wurden von den Mönchen aus Italien und anderen Ländern in die Klostergärten eingeführt und dort gepflegt; wir werden nachher einige zu nennen haben. —

Als Karl der Große, der Friedenschaffende, die staatliche Einigung, Christianisierung und Gesittung aller deutschen Stämme als seine Lebensaufgabe erkannte, fand er in den Vorarbeiten der Benediktiner eine feste Grundlage; mit Bedacht nahm er ihren Rat und Hilfe weiterhin in Anspruch. Seine Hauptsorgen waren die Sicherung der Grenzen, der Wegebau, der Handelsverkehr, die Pflege des Ackerbaues, der Herdenzucht, des Handwerkes, die Schulung der Jugend in Wissen und Kunst. Für sich selber bestellte er als Lehrer den Angelsachsen Alkuin, den Leiter der Benediktinerschule zu York in England. Rasch erblühten unter dessen Hilfe und unter Mitwirkung der bereits vorhandenen Abteien und Klöster des Reiches alte und neue Mittelpunkte treuen Tagewerkes und geistigen Lebens.

Eine der merkwürdigsten und wichtigsten Schöpfungen des Kaisers ist seine Landgüterordnung, das capitulare de villis vel curtis imperii, das unter Beihilfe des Benediktinerabtes Ansegis von St. Wandrille zustande kam und im Jahre 800 oder früher erlassen wurde. Es enthält die Regelung des ländlichen Betriebes auf den Krongütern nach bewährten Vorbildern aus römischer Zeit und angelsächsischer Übung; die Dreifelderwirtschaft, der Weinbau, die Obstpflege, die Zucht von Hausvieh und Herdenvieh, Pferden, Rindern, Schafen, Schweinen, Ziegen, Bienen, Fischen sind bis ins einzelne vorgezeichnet als Bestandteile vorbildlicher Musterwirtschaften. Dieses Reichsgesetz zählt im letzten, dem 70. Abschnitt des einzelnen alle Pflanzen auf, welche in den königlichen Gärten vorhanden sein mußten. Die Zahl der Nutzkräuter war 73 Arten, die der Fruchtbäume 14 Arten mit verschiedenen Abarten. Ihre Aufzählung lautet in deutscher Übertragung: Lilie, Rose, Bockhornklee, Frauenminze (costus, balsamita vulgaris Gesneri, tanacetum balsamita L.), gebräuchlicher Salbei, gemeine Raute, Eberreisbeifuß, Gartengurke, Melonengurke, Kürbis, Vietsbohne, Kreuzkümmel, Rosmarin, Feldkümmel, italiänische Kichererbse, Meerzwiebel, deutscher Schwertel (Siegwurz, Allermannsharnisch), Drachenwurz, Anisbibernell, Springgurke (coloquentis), Sunnenwirbela (solsequium, cichoreum intybus L.), Bärenwurzel (ameus, ammi copticum), Zuckermerk (silum), Gartenlattich, Schwarzkümmel (Gith Plinii), Raukenkohl (eruca alba L.), Brunnenkresse, Ampfer (oder Klette? parduna), Poleiminze, Rosseppich (olisatum, smyrnium olusatrum, Myrrhenkraut), Petersilge, Eppich, Liebstöckel, Sadebaum, Dill, Fenchel, Endiviensalat, Diptam, weißer Senf, Bohnenkraut (satureia), Gartenkresse, Krauseminze, Waldminze, Rainfarrn (? tanazita), Katzenminze, Fieberkraut (febrefugia, Kleintausendgüldenkraut, erythraea centaurium L.), Schlafmohn, Mangold, Haselwurz (vulgigina, asarum europaeum L.), Eibisch, Roseneibisch (Malve), Möhre (carruca), Pastinake, Gartenmelde (adripia, atriplex hortense L.),

Erdspinat, Kohlrübe, Grünkohl, Perlzwiebel (uniones), Schnittlauch (britla, blitum capitatum L.), Lauchzwiebel, Gartenrettich, Schalotte, Küchenzwiebel, Knoblauch, Färberröte (Krapp, warentia, rubia tinctorum L.), Weberdistel (cardo), Saubohne, Mohrenerbse (pisum maurisicum), Coriander, Kletterkörbel, kreuzblätterige Wolfsmilch (Springwurz, lacteris, euphorbium lathyris L.), Muskatellersalbei (sclareia). Der Gärtner aber habe auf seinem Haus den Jupitersbart (Donnerkraut, jovis barba, Hauswurz, sempervivum tectorum L.).

Von Obstbäumen sind zu halten in verschiedenen Arten und Abarten Zwetschenbäume, Speierlinge, Mispelbäume, Birnbäume, Kastanienbäume, Pfirsichbäume, Quittenbäume, Haselnußstauden, Mandelbäume, Maulbeerbäume, Lorbeerbäume, Kiefern (pinus), Feigenbäume, Walnußbäume, Kirschenbäume. Von Äpfeln insbesondere Gozmaringer, Geroldinger, Crevedeller, Spirauken, süße und sauere, frühreife und winterharte.

Zwei Inventare kaiserlicher Gärten von den Hofgütern Asnapium und Treola enthalten übereinstimmende Bestände.

Das ist eine selbständige Flora, die im Vergleich mit anderen ausländischen Floren damaliger Zeit, insbesondere mit der römischen, der griechischen, der kleinasiatischen, der ägyptischen, der spanischen, sich nur so weit berührt, als sie einige wenige Zier- und Arzneipflanzen als italische Einfuhr enthält.

Eine Ausführung des Capitulare de villis oder vielleicht auch ein älteres Vorbild dafür sehen wir in der vor uns liegenden Zeichnung eines für das Kloster in Sankt Gallen geplanten Neubaues aus dem Jahre 820. Dieses Kloster, im Jahre 630 von Gallus Scotus, dem schottischen Apostel der Germanen, gegründet, hat unter anderen Dokumenten jener Zeit auch den genannten Bauriß aufbewahrt, den Ferdinand Keller veröffentlicht hat. Der Bauplan enthält neben den weiteren Gebäulichkeiten die Anlage eines Ärztehauses mit Krankensaal, Schröpfstube, Kräuterkammer, Kräutergarten, Küchengarten und Obstgarten; der letztgenannte ist auf dem Gottesacker angesiedelt; das alles ein Achtel des Grundrisses einnehmend.

Für den Heilkräutergarten (herbularius) sind auf sechzehn Beeten die folgenden Heilpflanzen vorgesehen: lilium, rosas, fasiolo (Viethsbohne), sataregia (Bohnenkraut), costo (Frauenminze), fenagraeca, rosmarino, menta, salvia, ruta, gladiola, pulegium, feniculum, lubestico (Liebstöckel), cumino, sisimbria (Wegsenf, erysimum officinale L.).

Für den Küchengarten (hortus) sind achtzehn Beete bestellt mit den folgenden Gewächsen: cepos (Zwiebel), porros (Lauch), apium (Eppich), coliandrum (Koriander), anetum (Dill), papaver (Feldmohn), radices (Rettich), magones (Gartenmohn), betas (Mangold), alias (Knoblauch), ascolonias (Schalotte), petrosilium (Petersilie), cerefolium (Kerbel), lactuca (Salat), sataregia (Bohnenkraut), pastinochus (Mohrrübe), caulus (Kohl), gitto (Schwarzkümmel).

Auf dem Friedhof (ager Dei) sollten wachsen diese fünfzehn Bäume: malarius (Apfel), perarius (Birne), prunarius (Pflaume), pinus (eßbare Kiefer), sorbarius (Speierling), mispolarius (Mispel), laurus (Lorbeer), castenarius (Edelkastanie), ficus (Feige), gudunarius (Quitte), persicus (Pfirsich), avellenarius (Haselnuß), amendelarius (Mandelbaum), murarius (Maulbeere), nugarius (Nußbaum). —

In das Kloster Sankt Gallen trat im Jahre 834 der achtundzwanzigjährige Walafrid Strabus ein. Er war erzogen worden durch Hrabanus Maurus, Alkuins berühmten Schüler, in dem Benediktinerkloster zu Fulda, das im Jahre 744 der heilige Bonifatius gegründet hatte; Walafrid ist später, im Jahre 842, Abt des von Pirmin (724) gegründeten Klosters auf der Insel Reichenau am Zeller See geworden, wo unter anderen Büchern aus jener Zeit auch ein Bücherverzeichnis, worin Karls Capitulare, Galens Werke, die Naturgeschichte des Plinius usw. angeführt werden, erhalten geblieben ist. Walafrids Name tritt in der Geschichte deutscher Heilkunde und Pflanzenkunde durch eine kleine Dichtung hervor, die er im Jahre 828 beendet hat: hortulus ad Grimaldum Abbatem. In diesem Gedicht werden nach den Vorbildern der Georgica und Bucolica des Vergilius († 19 a. Chr. n.), der Res rustica des Moderatus Columella (um 50 p. Chr.), der Medicinae praecepta saluberrina des Serenus Sammonicus (zu Beginn des 3. Jahrhunderts), der Medicamenta des Marcellus Empiricus (nach 400), des Herbarius des Lucius Apulejus (um 420) die Kräfte von 23 Heilpflanzen besungen. Davon sind 18 unter denen, welche im Capitulare de villis Caroli magni gefordert werden; außerdem 5 andere: Wermut (absinthium, artemisia absinthicum L.), Traubenkraut (ambrosia seu athanasia, tanacetum vulgare L.), Andorn (marrubium, ballota nigra?), Betonie (betonica, betunia officinalis), Odermennig (agrimonia, agrimonia eupatorium L.). Diese fünf Pflanzen finden sich schon in der Naturgeschichte des Plinius. Nur dreizehn von den im Plan der Gärten Sankt Gallens vorbemerkten Heilkräutern hat Walafrid besungen; die anderen einundzwanzig unbesungenen stehen aber im Capitulare, und ebenso die zehn Kräuter, die Walafrid besungen hat, die hingegen Sankt Gallen nicht verzeichnet.

Demnach könnte man annehmen, daß Walafrid einen Teil seiner Pflanzen aus literarischen Quellen, insbesondere nach dem Plinius, gewählt habe; ungleich dem Plinius selber, der

die weitaus meisten der von ihm beschriebenen Pflanzen lebend im botanischen Garten seines Lehrers Antonius Castor zu Rom kennen lernte. Doch die Abhängigkeit Walafrids von Plinius ist nicht wahrscheinlich; er konnte seine Pflanzen wenn nicht im Klostergarten so überall in Anger und Feld und Wald finden und ihren Gebrauch beim Volke sehen.

Die Anregung der kaiserlichen Landgüterordnung zog im Lauf der Jahrhunderte immer weitere Kreise; die Klostergüter wetteiferten mit den Krongütern, und die Landgutbesitzer versuchten beiden zu folgen. In Küchengärten und Kräutergärten hätte man schließlich gerne alle Nährpflanzen und Arzneipflanzen beisammen gehabt, inländische wie ausländische. Aber die Unzahl ließ sich kaum mehr beherrschen. Die heilige Hildegard, Äbtissin der Benediktinerinnen auf dem Rupertsberge bei Bingen am Rhein (1098—1180), gibt im zweiten und dritten Buche ihrer Physica (Argentorati 1533) eine selbständige Aufstellung von zweihundertundfünfzig und mehr deutschen und in Deutschland einheimisch gewordenen Gräsern, Kräutern und Früchten mit ihren Nährwerten und Heilkräften an; noch eine Reihe anderer in ihrem Arzneibuch Causae et curae, die meisten in lateinischer Benennung, manche aber auch mit ihren damaligen deutschen Volksnamen oder sonst in abgeschliffenen Verdeutschungen. Hier eine kleine Liste solcher volkstümlichen Bezeichnungen: vichbona (lupinus alba L.); venich (panicum, Fennichhirse); brunnecrasso (sisymbrium nasturtium L.); bachminza (mentha aquatica L.); punga (veronica beccabunga L.); weggras (polygonum aviculare L., Vogelknöterich); wurz (rheum raponticum L.); lunchwurtz (pulmonaria officinalis L.); hagelwurtz (asarum europaeum L.); weich (holcus lanatus L.); heiternezzelun (urtica); libestichel (levisticum); nahtscaden (solanum); stur (conium maculatum L.); christiana (helleborus niger L., Christblume); hymelsschlüzela (primula veris L.); pefercrut (satureja); biboz (artemisia, Beifuß); bertram (pyrethrum); citterwurz (zedoaria); ascheloch (ascalonia); kranichsnabil (geranium pratense L.); storkensnabil (erodium) usw. usw.

Während die medizinisch bedeutenden Schriften der heiligen Hildegard rasch der Vergessenheit anheimfielen und vorübergehend verloren gingen, gewann in jener Zeit ein lateinisches Gedicht, Floridus Macer de viribus herbarum, raschen Ruf und kam in mehrhundertjährigen Gebrauch. Sein Verfasser ist unbekannt geblieben; man hat darüber gestritten, ob er ein Cisterzienserabt Odo von Morimont in Burgund († 1161) oder ein Laie Odo von Meudon an der Loire gewesen sei. Der Floridus, in 67 anerkannten und 22 angezweifelten Hauptstücken überliefert, beschreibt in mehr als 2700 Versen die Heilkräfte von 85 Kräutern und Gewürzen, zum größten Teil einheimische Gewächse. Da die Abfassungszeit des Floridus — sie wird auf das Jahr 1170 angegeben — nicht genau bekannt ist, so bleibt die Frage, ob und wieweit das Buch von Hildegards Schriften beeinflußt ist, offen; der Inhalt der selbständigen, auf unmittelbarer Naturansicht beruhenden Physica einerseits und der von alten literarischen Quellen, Plinius Secundus, Dioscorides Pedanios, Gargilius Martialis, Oreibasios und Isidorus Hispalensis († 636), stark gespeisten Floridus andererseits stimmt stellenweise auffallend überein. Den Walafrid Strabo scheint Floridus nicht gekannt zu haben. Floridus hat eher eine nachteilige Wirkung auf Botanik und Heilmittellehre als eine günstige geübt. Er führte von der Anschauung, Pflege, Untersuchung und Erprobung der lebendigen Pflanzen in Feld, Wald, Garten, Küche, Krankenstube ab und legte den Grund zu einem beschränkten historisch-literarischen Gedächtniswissen in kurzen Merkversen; nur der Apotheker mochte dabei gewinnen; er konnte in der Drogenvertauschung die größte Willkür üben, wenn er den Gewinn über die Kunst schätzte.

Den ersten großen Versuch im Mittelalter, anstelle einer oberflächlichen Kräuternamenkenntnis eine wissenschaftliche Pflanzenkunde zu setzen, machte der Dominikaner Albert Graf von Bollstädt aus Schwaben (1193—1280), den seine Zeitgenossen den doctor universalis nannten, die Nachwelt Albertus Magnus nennt. Als Professor in Köln schrieb er sieben Bücher de vegetabilibus et plantis, vorbereitet durch eine genaue Kenntnis des Weltlehrers Aristoteles, unermüdlich in selbsttätiger Forschung. Sein Werk wird erst heute in seiner ganzen Bedeutung geschätzt; auf seine Zeitgenossen hat es so wenig Einfluß geübt wie die damals verlorenen Schriften des griechischen Zeitalters, des Aristoteles (384—332 a. Chr. n.), des Theophrastos (370—285), des Dioscorides (1. Jahrh. p. Chr.). Damals hätte man vielleicht das eine Verdienst Alberts anerkannt, nämlich, daß die Zahl der von ihm beschriebenen Pflanzen die Liste des Capitulare Caroli imperatoris verdreifacht hat; aber für die Absicht Alberts, wie Aristoteles das Pflanzenreich zu ordnen, die Zusammensetzung, Lebensweise, Ernährung der einzelnen Pflanzen zu erkennen und damit den Ursachen ihrer Wirkungen auf den Menschen näher zu kommen, hatte man, in Deutschland wenigstens, zu jener Zeit kein Verständnis. Vergleicht man seine Pflanzenreihe mit der deutschen Flora, wie wir sie im neunten, sechsten, ersten Jahrhundert fanden, so sieht man, daß im großen und ganzen die Pflanzenwelt ziemlich unverändert ihren Bestand gewahrt und sich wohl nur scheinbar vervielfältigt hat, insoweit als das menschliche Bedürfnis nach und nach mehrere Gewächse in seinen Gesichtskreis und Gebrauch zog. Auch ist wohl nichts von Pflanzen in absehbarer Zeit untergegangen; wenn bei Albertus Magnus ungefähr zwanzig Pflanzen des Capitu-

lare vermißt werden, so beruht das darauf, daß es ebensowenig Albert dem Großen wie Karl dem Großen auf Vollzähligkeit ankam.

Immerhin wurde eine Kenntnis sämtlicher Gewächse Deutschlands, unabhängig von ihrem Nutzen oder Schaden, allmählich zum Bedürfnis. Das empfanden tief ein paar Männer zu Beginn des sechzehnten Jahrhunderts. Mit ihnen beginnt die wissenschaftliche Pflanzenkunde der neuen Zeit.

Otto Brunfels (1488—1554) aus Mainz, zuerst Schullehrer, später Arzt in Bern, sah klar die zunehmende Verwirrung in der Benennung und damit auch im Gebrauch der Heilpflanzen und erkannte die große Gefahr, welche daraus für die Heilkunst erwuchs. Zur sicheren Sonderung der Pflanzen genügte es fürder nicht mehr, einige wenige mit volkstümlicher oder wissenschaftlicher Bedeutung herauszugreifen und zu beschreiben; es mußten so viele wie möglich, endlich alle, genau gekannt und unterschieden werden. Hierfür erschien die beste Beschreibung nicht ausreichend, woferne sie nicht durch eine gute Abbildung unterstützt würde. Brunfels legte als Grund zu einer solchen zunehmenden Kenntnis und Sonderung eine Sammlung trefflicher Umrißzeichnungen von vaterländischen Kräutern an und ließ sie in Holz schneiden; so weit es anging in Naturgröße. Sein Novum herbarium und seine herbarum vivae eicones, die in den Jahren 1530—1536 in Straßburg herausgegeben wurden, bedeuteten für die Botanik das, was zehn Jahre später für die Anatomie die humani corporis fabrica des Andreas Vesal wurde, den Versuch unbedingter Naturtreue in der Auffassung, Festhaltung und Widergabe der sinnlichen Gegenstände. Mit Brunfels gleichgesinnt strebte der Tübinger Professor der Medizin Leonhard Fuchs (1501—1565) aus Wembdingen in Schwaben, „Natur in Natur zu studieren". Seine historia stirpium und paradoxeis brechen mit dem alten Arabismus in der Schulbotanik, so wie das feierliche Programm seines Lands- und Zeitgenossen, des Arztes Theophrastus Bombast von Hohenheim am 5. Juni 1527 mit der Schulgelahrtheit in der Medizin brach. Als dritter schloß sich an Brunfels und Fuchs der Schullehrer und spätere Arzt Hieronymus Bock (1498—1554) in Zweibrücken an mit seinem New Kreuterbuch, das mit Bildern bereichert im Jahre 1551 in Straßburg zum zweiten Male erschien. Was Brunfels, Fuchs, Bock geleistet, wollte vollendend abschließen der Züricher Arzt und Gelehrte Conrad Gesner (1516—1565) in einer durch 1500 Tafeln erläuterten Pflanzenlehre. Ein paar Vorarbeiten dazu gab er selber heraus; die nachgelassenen Schriften erschienen nach langen Irrsalen und bedeutend verstümmelt erst in den Jahren 1751—1771, als Gesneri opera botanica per duo secula desiderata, durch Casimir Christoph Schmidel in Nürnberg zum Druck gegeben.

Seit Brunfels geht die wissenschaftliche Botanik in Deutschland und dann auch in den anderen Ländern einen stetig aufsteigenden Gang. Daß neben den Pflanzenabbildungen seit der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts planmäßige Sammlungen gepreßter und getrockneter Pflanzen, im „herbarium vivum", angelegt wurden, war keine geringe Hilfe für den Verkehr und die gegenseitige Verständigung der Gelehrten und Forscher. Mit der fortschreitenden Kenntnis der einheimischen Flora wuchs dann das Interesse für die ausländische Pflanzenwelt, auch unabhängig von ihrer Bedeutung für den menschlichen Nutzen.

Der gesteigerte Verkehr mit Ost und West, die Entdeckung neuer Erdteile, das Gerede von neuen unerhörten Krankheiten und wunderwürdigen Heilpflanzen der neuen Welt vermehrte den Pflanzenreichtum und die Pflanzenkunde im Reiche Karls des Fünften und besonders in Deutschland von Jahr zu Jahr. Die Pflanzenliebhaber führte der Wunsch, jene ausländischen Pflanzen genau kennen zu lernen und bei sich wachsen zu sehen, zur rasch wachsenden Erweiterung ihrer Klostergärten, Pastorengärten, Arztgärten, Apothekergärten. Schließlich brachte das Gerücht mexikanischer Gärtenpracht die alten Sagen von den Lustgärten der Könige Adonis und Alkinoos, von den hängenden Gärten des Syros und der Semiramis, von den Fruchtgärten der Hesperiden in Erinnerung; solche Herrlichkeiten wiederherzustellen schien nicht unmöglich. In Ferrara hatte der Herzog Alfonso di Este um das Jahr 1500 einen Ziergarten angelegt, der weit von sich reden machte; der Arzt Musa Brassavola legte im Jahre 1533 den botanischen Zuchtgarten zu Padua an; es folgten weitere öffentliche Gärten in Pisa (1544), Florenz, Neapel, Bologna (1568). Den ersten öffentlichen Pflanzengarten in Deutschland finden wir zu Königsberg (1551); besonders gelobt wurde der des Arztes Joachim Camerarius zu Nürnberg (um 1570). Leyden (1577), Leipzig (1580), Breslau (1587), Heidelberg (1597) schließen sich an; dann entstehen die berühmten Gärten zu Montpellier (1597), Paris (1633), Kopenhagen (1640), Warschau, Upsala, Chelsea (1657) usw. usw.

Diese botanischen Gärten waren je nach der Neigung und Absicht des Gründers von Anfang an mehr Zier- und Prunkgärten oder mehr Nutzgärten, insbesondere Arzneigärten; unter der Pflege und Aufsicht gelehrter Ärzte wurden sie nach und nach, besonders im Anschluß an die Universitäten, wissenschaftliche Pflanzschulen, zumal am Ende des sechzehnten Jahrhunderts. Später verwandelten sie sich mehr und mehr in öffentliche Schaugärten, die bald keiner Hauptstadt und keiner Residenz mehr fehlen durften. Endlich sind sie die Lungen und Lustorte aller europäischen Städte geworden; gelegentlich werden darin neue auswärtige Ankömmlinge der Anziehung und des Staunens halber angebracht. Nebenher entwickelten sich auch Bauerngärten, anfänglich zu eigenem Nutz und Zier; allmählich

zum Teil als Handelsgärtnereien. Der eigentliche Bauerngarten folgt bis in unsere Tage der Vorschrift des Capitulare vom Jahre 800.

Neben absichtlichen Anpflanzungen entstehen im fünfzehnten und sechzehnten Jahrhundert bei uns auch manche zufällige Ansiedlungen von Nutz- und Ziergewächsen, ohne die wir uns unser Land heute kaum denken können. So kam im Jahre 1436 aus der Tatarei über Rußland nach Mecklenburg der Buchweizen (polygonum fagopyrum L.), um dort und weiterhin in Europa eine neue Honigquelle der Bienen, ein wichtiges Grünfutter des Stallviehes und ein gutes Brotkorn für den Menschen zu geben. Im Jahre 1520 wurde aus Mexiko der Mais (zea mais L.) nach Spanien und bald auch zu uns gebracht, um eine der wichtigsten Getreidepflanzen für Volk und Vieh in Europa zu werden. Um dieselbe Zeit wurde in unseren Gärten das wohlriechende Veilchen (viola odorata L.) aus Savoyen angesiedelt; ferner die farbenfrohe Totenblume (tagetes patula und t. erecta L.) aus Tunis, die vordem als flores africani nur getrocknet in unsere Apotheken gekommen war; neue Arten dieser Pflanze schickte Mexiko im Jahre 1541; ferner wurde der Samen des schon früher aus Mittelasien zufällig hereingebrachten Stechapfels (datura stramonium L.) jetzt aus Peru geschickt und als Zierpflanze in den Gärten gepflegt. Unsere Roßkastanie (aesculus hippocastanum L.) beginnt erst mit dem Jahre 1588 in Deutschland einheimisch zu werden; sie wurde damals aus Mittelasien über Konstantinopel nach Wien gebracht, um sich rasch als augenerfreuender, schattengebender, Viehfutter und Stärkemehl liefernder Gast unentbehrlich zu machen. Ebenfalls aus der Türkei waren im Jahre 1560 der persische Lilak oder spanische Flieder (syringa vulgaris L.), die in Sibirien einheimische Jerusalemblume oder brennende Liebe (lychnis chalcedonica L.), die levantinische Gichtrose oder Pfingstrose (paeonia officinalis L.), der syrische Eibisch oder Türkenrose (hibiscus syriacus L.), die Gartentulpe (tulipa gesneriana L.), die Kaiserkrone (fritillaria imperialis L.), zum Teil nach Wien, zum Teil nach Augsburg eingeführt worden, um sich in unsere damals noch bescheidenen Gärten einzuleben und diese rasch an orientalische Pracht zu gewöhnen. Die Tulpe, die, siebzig Jahre nach ihrer Ansiedlung in Augsburg schon über ganz Europa verbreitet, sich in siebzig Spielarten gefiel, zählte nach einem weiteren Jahrzehnt gegen tausend Spielarten; in den Jahren 1634–40 erregte sie in Holland eine der merkwürdigsten psychischen Seuchen, welche die europäische Menschheit heimgesucht hat; zur selben Zeit als ein anderer Wahnsinn unter dem Vorwande des christlichen Glaubens Deutschland mit dreißigjährigem Krieg zerfleischte und verwüstete.

Ebenfalls im Jahre 1560 kam die erste Pflanze eines Krautes nach Europa, dessen Herrschaft in unabsehbarer Weise fortdauert, der Tabak (nicotiana tabacum L.). Von den Entdeckern Amerikas auf Sankt Domingo bei den Wilden als mückenabwehrender Rauchgeber vorgefunden, wurde das Tabakkraut damals aus Florida durch einen flandrischen Kaufmann nach Lissabon dem Gesandten des Franzosenkönigs François II., Jean Nicot, geschenkt, um den „Nasenkrebs" eines Pagen zu heilen; es wurde durch Katharina von Medici als Wunderkraut weiter empfohlen; nun machte sich das Königinnenkraut rasch die europäischen Völker dienstbar, trotz der ungeheuren englischen Zölle des Jahres 1604, trotz dem päpstlichen Bann vom Jahre 1624, trotz der Androhung des Nasenabschneidens in Rußland im Jahre 1640, trotz der erbitterten Feindschaft, welche die ganze zivilisierte Menschheit in Nichtraucher und Raucher geschieden hält.

Die Geschichte der ehrwürdigen Kartoffel (solanum tuberosum L.), die ihre Heimat in den kalten Höhen der chilenischen und peruanischen Anden hat und die für einen großen Teil der europäischen Völker fast die einzige und dabei immer liebe Nahrung geworden ist, beginnt in Deutschland mit ihrer Anpflanzung als ausländisches Ziergewächs in den botanischen Gärten von Wien und Frankfurt im Jahre 1588. Als Nährpflanze fand die Kartoffel erst weit später, 1717 in Sachsen, 1728 in Schottland, 1758 in Preußen weite Anerkennung; seitdem hat sie bis zum heutigen Tage die Wiederkehr der furchtbaren Hungersnöte, unter denen die mittelalterlichen Völker infolge von Mißwuchs der Getreidesaaten und von Kriegsdrangsalen so oft und so hartnäckig gelitten haben, fast ganz verhütet. Außer der Kartoffel sind die aus Mexiko und Peru im Jahre 1569 zu uns gebrachte Sonnenblume (helianthus annuus L.), die um das Jahr 1600 aus Spanien nach Deutschland eingeführte Schwarzwurzel (scorzonera hispanica L.) und die im Jahre 1614 von Padua aus weitergegebene virginische Nachtkerze oder Gartenrapunzel (oenothera biennis L.) kleine aber keineswegs verächtliche Gaben.

Neben diesen und anderen willkommenen Zuwüchsen unserer Flora sind manche zudringliche Unkräuter mit zäher Ansiedlungs- und Ausbreitungskraft zu uns gelangt. Als Adventivflora machen sie dem Florakundigen viele Arbeit und Freude; als Wanderpflanzen und Ruderalpflanzen bieten sie dem Arzte Analogien zu den Menschenwanderungen, Tierwanderungen, Seuchenwanderungen und sind ihm dadurch höchst merkwürdig und lehrreich. Das erste dieser Wanderkräuter, das genannt zu werden pflegt, ist das kanadische Berufskraut (erigeron canadensis L.) mit dem Datum 1655; ein weiteres ist die syrische Schnabelschote (anastatica syriaca, euclidium syriacum L.), die im Jahre 1683 vor den Mauern Wiens von der Türkenbelagerung zurückgeblieben ist; die Ausbreitung der mexikanischen Pflanze paica

jallo durch die napoleonischen Feldzüge über ganz Deutschland als Franzosenkraut oder Gängelkraut (galinsoga parviflora Cavanilles; galinsogea Willdenow) ist ein drittes großes Beispiel, dem viele weitere könnten angereiht werden; ein Teil von diesen Wanderpflanzen geduldige Ansiedler, ein Teil flüchtige Erscheinungen; einige wilde Schädlinge, andere sich anpassende Tischgenossen, einzelne zukünftige Wohltäter des Landwirtes und des Volkes. — Natürlich hat die Geschichte dieser Wanderpflanzen, die man mit dem Berufskraut beginnen läßt, ihre Vorgeschichte. Die ist, wenn wir von Victor Hehns wertvollen linguistischen Untersuchungen und Ergebnissen absehen wollen, noch wenig erforscht; es sei an folgendes erinnert: Das Wandkraut, (parietaria officinalis L.), unserer Brennessel verwandt, ist von den Römern in ihren Donaukastellen beim heutigen Wien hinterlassen worden; von dort ging es über ganz Deutschland; der Kalmus (acorus calamus L.) kam mit den Tataren im Mittelalter zu uns; den Stechapfel (datura stramonium L.) brachten die Zigeuner als Tollkraut bei ihrem ersten Besuch, im Jahre 1417, nach Deutschland, wo er, hier und da, als Unkraut anwuchs, bis er aufs neue aus Mexiko als Zierpflanze eingeführt wurde.

Der Name Unkraut ist ein unfreundliches Wort; wollen wir ihn beschränken auf die Pflanzen, die einen von uns bearbeiteten Boden sich aneignen, verdämmen, versperren, versumpfen, und die unsere Pflanzungen und Saaten entwerten, erdrosseln, vergiften, so hat er seine Berechtigung. Die Bekämpfung der Unkräuter im weiteren Sinne, als wildwachsender, sich ohne Menschenpflege und Menschenzucht ihres Daseins erfreuender Gewächse, ist unbescheiden und töricht. Man kann nie wissen, was aus einem sog. Unkraut wird. Nicht sinnlos ist uns der Rat gegeben, erst am Tage der Ernte das Unkraut von der Saat zu trennen. Es gibt Kräuter, die früher einmal Unkräuter waren und heute zu den wichtigsten Nährpflanzen und Heilpflanzen gehören; es gibt Unkräuter, die in Hungerzeiten Brot gaben, wie der gute Heinrich und die Himmelsgerste, oder, wenn Wolle und Flachs ausgingen, Kleidung gaben, wie die Nesselpflanze, der Ginster, die Wiesenwolle. Es gibt sogar böse Giftpflanzen, aus denen ein kluger Mann gesunde Volksnahrung zubereiten vermag, wie der tapioccaträchtige Cassavastrauch Südamerikas; furchtbare Giftpflanzen, mit deren Hilfe der Mensch sich Nahrung verschafft, indem er seinen Jagdpfeil damit bewehrt, oder aus denen der Arzt große Heilmittel gewinnt. Doch von Giftpflanzen wollten wir hier nicht sprechen; nur die verfehmten Unkräuter loben. Als Unkraut wird heute vieles bezeichnet, was den Vernünftlern zu weiter nichts nutz erscheint, als dazu, Auge und Nase mässiger Leute zu ergötzen. Unter diesem Vorwand fangen sie hier und da an, botanische Gärten zu beschränken oder auszurotten — auch wo Ödland und Wüste genug herumliegt —, indem sie daraus Kartoffeläcker, Rübengärten, Tabakpflanzungen machen. „Nutzgärten anstatt Prunkgärten und Lustgärten!" ist ihr Ruf.

Sollen wir noch einmal die Geschichte der Kartoffel erzählen, die im Jahre 1588 nur in Ziergärten stand und heute als eines der unentbehrlichsten Lebensmittel der Menschheit in Europa und Amerika die Breitengrenzen und Höhengrenzen aller Getreidekultur überragt? Oder sollen wir die Geschichte von der Runkelrübe, der Kontinentalsperre und dem Rübenzucker erzählen? Aber die ist etwas weitläufig. Sie könnte auch zweimal und dreimal erzählt werden und würde doch die Ohren derer nicht erreichen, die dazu geboren erscheinen, nichts hervorzubringen, so viel wie möglich zu verzehren und alles übrige zu verwüsten. Wir wollen sie nicht Unkraut nennen. Sie haben ihren unsterblichen Rechtsbrief: nos numerus sumus et fruges consumere nati, sponsi Penelopae nebulones! Auch für sie hat die Erde Raum. Die Nützlichkeitsphilosophie ist nicht die Lehre der Weltordnung. Im einzelnen sparsam, genau, geizig, das Individuum, Kristall, Pflanze, Tier, Mensch, Weltkörper, nach allen Seiten beschränkend und auf seinen engsten Umkreis anweisend, strömt die Natur im ganzen verschwenderisch eine unbegrenzte Fülle der verschiedensten, widerspruchsvollsten und unverträglichsten Wesen aus, ihnen allen Dasein und Wirken gönnend, so lange sie nicht ihren Kreis überschreiten und der Weltordnung Vorschriften machen wollen. Den Nörgler straft sie mit Humor und Ironie durch sein Gegenbild. Nach dem Utilitarier Jeremy Bentham mit dem Panopticonzuchthaus ließ sie den Botaniker George Bentham auf die Welt kommen und President of the Linnean society of London werden. Sie hatte nichts dawider, daß Jeremy Bentham und Auguste Comte und John Stuart Mill mit Herz und Hand gelobten, über die größte Anzahl der Menschen das größte Glück zu verbreiten; aber vorher sorgte sie dafür, daß Friedrich der Einzige in seinem Lande die Felder und die Fruchtbäume bestellte und, weil es nottat, den Kartoffelbau zwangsweise ausbreitete. Sie sieht gelassen zu, wenn Volksredner Leichensteine türmen, nachdem sie Brot und Glück versprochen haben; aber sie erweckt auch Männer wie Karl Achard, Justus Liebig, Louis Pasteur, Anton de Bary, Hermann Hellriegel, die unverdrossen arbeiten, um den hilflosen Völkern neue Nahrungsquellen zu eröffnen und sogar aus Moder und Steinen Brot erwecken. Sie gönnt den hungrigen und gequälten Leibern Nährpflanzen und Heilpflanzen; aber sie gönnt auch, daß das Pflanzenreich die Herzen erfreue und erhebe und die Geister veredele; uns allen freundlich lächelnd, ob wir mühsam das Feld bestellen und mühsam die Ernte speichern oder dankbar hoffend beten: unser tägliches Brot gib uns heute; ob wir gesellig durch Fluren und Wälder und Gärten wandern oder an einsamer Alpenzacke die letzte

Steinflechte suchen; ob wir für das sterbende Kind die blaue Wunderblume in eine Scherbe pflanzen oder mit Unsterblichen, Theophrastos, Linné, Rousseau, Goethe, Humboldt, Darwin, Fechner, eine Sonntagsstunde in der ewig sich verjüngenden Pflanzenwelt feiern.

Benutzte Werke.

Alberti Magni Ratisbonensis episcopi Opera, ed. Borgnet. Parisiis 1891.

Bauhinus, Johannes, Prodromus theatri botanici. Basileae 1671.

— —, De plantis a Divis Sanctisque nomen habentibus. Basileae 1591.

v. Berg, Edmund Freiherr, Geschichte der deutschen Wälder bis zum Schlusse des Mittelalters. Dresden 1871.

Billerbeck, Julius, Flora classica. Leipzig 1824.

Bock, Hieronymus (Tragus), New Kreuterbuch. Straßburg 1539. — Vivae atque ad vivum expressae omnium herbarum Icones. Argentorati 1853. — Tragi, Hieronymi, De stirpium maxime earum quae in Germania nostra nascuntur nomenclaturis libri tres; interprete David Kyber. Argentorati 1552.

Brunfels, Otho, Herbarum vivae eicones. Argentorati 1530. — Novi herbarii tomus II, 1531. — tomus III, 1536.

Caesaris Bellum Gallicum. Leipzig 1847.

Catonis, Varronis, Columellae, Palladii quae extant. Scriptores rei rusticae veteres latini, cura J. M. Genner. Lipsiae 1735.

Cordus, Valerius, Annotationes in Pedanii Dioscoridis Anazarbei de materia medica libros V. Argentorati 1561.

Corpus glossariorum latinorum Hermeneumata pseudodositheana, vol. III et V; edid. G. Goetz. Lipsiae 1892.

De Candolle, Alfonse, Géographie botanique raisonnée. Paris 1855.

Dioscuridis Anazarbei, Pedanii, De materia medica libri quinque; ed. C. Sprengel. Lipsiae 1829. — ed. Car. Gottlob Kühn. Lipsiae 1829. — ed. Max Wellmann. Berolini 1907—1914.

v. Fischer-Benzon, Altdeutsche Gartenflora; Untersuchungen über die Nutz- und Zierpflanzen des deutschen Mittelalters. Kiel 1894.

Fuchsius, Leonardus, Paradoxorum medicinae libri tres. Basileae 1535.

Gesneri, Conradi, Opera botanica. Ed. C. Chr. Schmidel. Nürnberg 1751—1771.

— —, Epistolarum medicinalium libri quatuor; ed. C. Wolf. Tiguri 1577, 1584.

Grisebach, August, Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1880.

Guérard, Explication du capitulaire de Villis. Mémoires de l'Institut Impérial de France, tome 21. Paris 1857.

Halleri, Alberti, Bibliotheca botanica. Tiguri 1771, 1772.

Heer, Oswald, Die tertiäre Flora der Schweiz. Winterthur 1855—1859.

Heer, Oswald, Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1865.

— —, Die Pflanzen der Pfahlbauten. Zürich 1865.

Hehn, Victor, Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien; 8. Aufl. Berlin 1911.

Hildebrand, Friedrich, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873.

S. Hildegardis Causae et curae; ed. P. Kaiser. Lipsiae 1903.

— —, Subtilitatum diversarum naturarum creaturarum libri IX. In J. P. Migne Patrologia, tom. 197. Parisiis 1882.

Hirt, Hermann, Die Indogermanen. Straßburg 1905.

Höfler, Max, Volksmedizinische Botanik der Germanen. In Quellen und Forschungen zur deutschen Volkskunde, herausgegeben von E. K. Blümml. Wien 1908.

Hoernes, Moritz, Urgeschichte der Menschheit, Kultur der Urzeit; 2. Aufl. von Behn. Berlin 1921.

Hoops, Johannes, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. Straßburg 1905

v. Inama-Sternegg, Karl Theodor, Deutsche Wirthschaftsgeschichte. Leipzig 1879—1901.

Karoli Magni Capitulare de villis et curtis imperialibus (800 vel ante). Capitularia regum Francorum; Monumenta Germaniae historica, legum sectio II. Hannoverae 1883.

Kaiser Karls des Großen Landgüterordnung, herausgegeben von Karl Gareis. Berlin 1895.

Keller, Ferdinand, Bauriß des Klosters St. Gallen aus dem Jahre 820. Zürich 1844.

Kerner, Anton, Die Flora der Bauerngärten in Deutschland. Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins in Wien; 5. Band. 1855.

— —, Beiträge zur Geschichte der Pflanzenwanderungen. Österreichische botanische Zeitschrift. Wien 1879.

Leunis, Johannes, Synopsis der Pflanzenkunde; 3. Aufl. Hannover 1885.

Mabillon, Joannis, Annales Ordinis S. Benedicti. Parisiis 1703—1739.

Macer Floridus, De viribus herbarum una cum Walafridi Strabonis, Othonis Cremonensis et Joannis Folcz carminibus; ed. Ludovicus Choulant. Lipsiae 1832.

Matthioli, Petri Andreae, Commentaria in sex libros Dioscoridis. Opera ed. Casp. Bauhinus. Francofurti 1598.

Meyer, Ernst Heinr. Friedr., Geschichte der Botanik. Königsberg 1854—57.

Plinii Secundi Naturalis historiae libri XXXVII. Lipsiae 1892.

Pritzel, G. A., Thesaurus literaturae botanicae. Lipsiae 1850.

Reuß, F. A., Walafridi Strabi hortulus. Wirceburgi 1834.

Rolland, Eugène, Flore populaire ou histoire naturelle des plantes. Paris 1903.

Sprengel, Curt, Geschichte der Botanik. Altenburg 1817, 1818.

Taciti Germania. Leipzig 1831.

Theophrasti Eresii quae supersunt opera. Lipsiae 1818—1821.

Zimmermann, Friedrich, Die Adventiv- und Ruderalflora von Mannheim. Mannheim 1907.

Bücherbesprechungen.

Schworetzky, Gustav, Weltäther und Weltall. 96 S. Stuttgart 1922, J. F. Steinkopf. Geh. 10 M.

Berg, Anton, Ätherströmungs- und Ätherstrahlungshypothese zur Erklärung vornehmlich kosmischer Erscheinungen auf dem Gebiete der Strahlung und des Magnetismus aus Gegenwart und Urzeit unter Ausschaltung und mit Überholung moderner, ätherfeindlicher Hypothesen. 2. Band. 190 S. München 1922, Verlag Natur und Kultur. Geh. 36 M.

Rüther, Dr. R., Systematik und Synthese der Elemente. Ein Beitrag zur Frage des Weltäthers. 8 S. Paderborn 1920, R. Heydeck.

Maag, Ernst, und Reihling, Dr. Karl, Vom Relativen zum Absoluten. I. Teil: Das Ätherrätsel und seine Lösung. 44 S

Stuttgart 1921, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Diese vier Schriften sind ein erfreuliches Zeichen dafür, daß das Interesse am Weltäther wieder im Wachsen begriffen ist und daß man die vielen einer allzu grauen Theorie entstammenden Bedenken allmählich in immer weiteren Kreisen als unzutreffend empfindet. Die beiden erstgenannten Schriften sind sehr spekulativ gehalten und werden vorläufig wohl nicht in allen Teilen auf die Zustimmung der kritischen Fachwelt rechnen können. Schworetzky lehnt die Annahme eines festen, unbeweglichen Äthers — wohl mit Recht — ab. An Stelle der negativen und positiven Elektronen führt er Äthermoleküle ein, die sich aus negativen und positiven Atomen zusammensetzen. Diese Moleküle verdichten sich dann weiter zu den wägbaren Substanzen und der Verf. glaubt diese Vorgänge besonders bei den rätselhaften Vorgängen zu erkennen, die sich in den Kometen abspielen. — Die Schrift von Berg stellt eine Fortführung früherer Arbeiten dar und enthält zunächst einen sehr interessanten geschichtlichen Überblick über die Entwicklung der Ätherlehre. Mit Recht hebt Berg hervor, daß man den Äther nur als ein widerstehendes Mittel in die Astronomie einführen dürfe und verwirft die angeblichen astronomischen Beweise gegen den Ätherwiderstand. Berg nimmt verschiedene Strömungen des Äthers in der Umgebung der Erde an, und sucht sie an Hand der luftelektrischen Erscheinungen, der Polarlichter u. dgl. genauer zu ergründen. Diesen Ätherströmungen, die in verschiedenen geologischen Zeiten verschieden stark aufgetreten sein sollen, legt er nach den Ergebnissen der „Elektrokultur" eine große Bedeutung für das Wachstum der Organismen bei und erklärt den riesenhaften Wuchs vorweltlicher Tiere aus einem als „Elektronatur" bezeichneten Ätherzufluß. Weiterhin gelangt er dann zu sehr kühnen Hypothesen über eine Veränderung der Rotationsdauer und Umlaufsdauer der Erde, die infolge einer Durchschreitung von kosmischen Nebelmassen zur Eiszeit eingetreten sein soll, welchen Vorgang er als eine „Neusternkatastrophe" der Erde bezeichnet. Als Stütze für diese Annahme wird besonders das hohe Alter der biblischen Urväter angeführt. — Die kleine Schrift von Rüther enthält Berechnungen über Atomgewichte und u. a. auch eine Formel für das Atomgewicht des Äthers; die Grundlagen für die Berechnungen sind jedoch viel zu knapp angedeutet, als daß sie ein klares Bild von den Gedankengängen des Verf. geben könnten. — Die Schrift von Maag und Reihling endlich knüpft an die modernen wissenschaftlichen Streitfragen an, die bei dem Kampf zwischen dem substantiellen Äther und der Relativitätstheorie im Vordergrunde des Interesses stehen. Wie sehr durch das anspruchsvolle Vordrängen der letzteren die einfachen und natürlichen Ideen über den Äther verschüttet worden sind, erkennt man daran, daß die Verff. den Äther systematisch neu entdecken mußten und eingestehen, daß sie erst während der Fertigstellung der Arbeit die gleichartigen Bestrebungen von Gehrcke, Lenard, Nernst, Wiechert, Wiener und Zehnder kennen gelernt haben. Die Grunderkenntnis lautet: „Die Welt der ponderablen Materie steht im allgemeinen im Energiegleichgewicht mit dem Äther, aus dem sie entstanden ist, und zwischen beiden besteht ein dauernder Energieaustausch, auf dem alles physikalische Geschehen beruht." Der Äther wird dabei als ein Gas nach der kinetischen Gastheorie aufgefaßt. Das Buch enthält sehr interessante Erklärungen, wenn ich auch glaube, daß sich manche der angeblichen „Schwierigkeiten" der Ätherphysik wohl noch leichter beseitigen lassen, als die Verff. ahnen. So ist es diesen anscheinend unbekannt, daß eine Unmöglichkeit von Transversalwellen nach Art des Lichtes in Flüssigkeiten und Gasen gar nicht besteht. In allen normalen Flüssigkeiten und Gasen sind Transversalwellen möglich; ich verweise nur auf Cl Schäfer, Theoretische Physik, Leipzig 1914, 1. Bd., S. 893—894. Beobachter wie die Gebrüder Weber hielten sogar die Schallschwingungen in Luft zu einem Teil für transversaler Natur, worauf ich in den Verhandl. der Deutsch. phys. Ges. VIII. Jahrg. 1906, Nr. 12, S. 249—251 hingewiesen habe. Nur in „reibungslosen" Flüssigkeiten, die es aber lediglich in der Mathematik und nicht in der Physik gibt, sind Transversalwellen undenkbar. Das Märchen von der Unmöglichkeit der Transversalwellen in Flüssigkeiten, das auch Einstein in seinem Leydener Vortrag über den Äther wieder aufgewärmt hat, läßt sich jedoch anscheinend nicht ausrotten. Auch die Behauptung Einsteins, wonach zwischen den Ergebnissen der Versuche von Fizeau und Michelson und der Aberration unüberbrückbare Widersprüche bestehen sollen, kann längst als widerlegt gelten, vgl. die Diskussion zwischen Gehrcke und Einstein, Verh. der D. Phys. Ges. 1919, sowie Phys. Zeitschrift 1921, S. 638. Die Kenntnis dieses Sachverhalts würde den Verff. ihre Arbeit wesentlich erleichtert haben. Jedenfalls zeigt die Schrift, die noch durch zwei weitere Teile ergänzt werden soll, daß eine Erörterung des Ätherproblems auf der Grundlage des gesunden Menschenverstandes nirgends zu unüberwindlichen Schwierigkeiten führt. Fricke.

Fischer, Franz, und **Schrader, Hans,** Entstehung und chemische Struktur der Kohle. Zweite, durch neue Ergebnisse ergänzte Auflage. Essen 1922, W. Girardet. 24 M.

Die Humuskohlen sind der Torf der Vorzeit. Der Torf ist aus Landpflanzen entstanden und der Körper der Landpflanzen besteht wesentlich aus Zellulose. Es war also naheliegend, zu be-

haupten, die Humuskohlen seien aus der Zellulose hervorgegangen. Dieser üblichen Ansicht steht die Hypothese Franz Fischers gegenüber. Fischer ist nämlich auf Grund chemischer Überlegungen und Beobachtungen zu der Meinung gelangt, nicht die Zellulose, sondern die gewissen Zellwänden des Pflanzenkörpers eingelagerte verholzende Substanz, das „Lignin" sei das Ausgangsprodukt der Kohle. Die ursprünglich vorherrschende Zellulose müsse der zerstörenden Tätigkeit von Bakterien anheimgefallen sein. So befremdend diese Ansicht zunächst auch erscheinen mag, sie wird um sehr vieles verständlicher, wenn man Fischers Beweisführung hört. Das Kohlenhydrat Zellulose hat eine rein aliphatische oder eine furanähnliche Konstitution. Für das Lignin dagegen möchten Fischer und Schrader annehmen, daß ihm eine aromatische Struktur zugrunde liegt. Es soll also u. a. den Benzolring enthalten. Die Benzolstruktur ist aber auch die Grundlage der die Humuskohlen zusammensetzenden Kohlenwasserstoffe. Nimmt man nun an, daß die chemischen Verbindungen der Kohle in irgendeiner Beziehung zu den Verbindungen stehen, aus denen die Ursprungssubstanz der Kohle aufgebaut war, so wird man gern die Humuskohlen vom Lignin ableiten. Mündlich hat Franz Fischer mir gegenüber betont, daß er sich vom Standpunkte des Chemikers aus nicht vorstellen könne, wie sich durch den Inkohlungsprozeß ein Produkt vom Aufbau der Zellulose in ein solches von der Struktur der Humuskohle verwandeln könne. Immerhin ist zu überlegen, daß in der lebenden Pflanze ein ähnlicher Prozeß stattfindet. Weiter sei daran erinnert, daß unzählige Bildungen, die uns die Erdrinde bietet, im Laboratorium nicht nachgeahmt werden können, weil uns für unsere Experimente nicht die hinreichende Zeit zur Verfügung steht.

Seit Franz Fischer seine Hypothese von der Ligninabstammung der Humuskohlen aufgestellt hat, sind viele Stimmen laut geworden, die sich mit dieser Anschauung nicht einverstanden erklären wollten. Meist waren es Chemiker, die sich meldeten. Franz Fischer hat alle diese Einwände ruhig angehört, gewissenhaft überprüft, und wir erfahren nun aus der zweiten Auflage seiner Schrift, daß er seinen Standpunkt nicht geändert hat. Die Einwände von chemischer Seite wollen aber noch nicht verstummen.

Die Fischersche Theorie betrifft nun aber einen Gegenstand, der auch den Geologen in hohem Maße interessieren muß, und es ist dem Geologen um so weniger möglich, die Theorie stillschweigend hinzunehmen, als durch sie auch auf geologischem Gebiet mannigfache Unklarheiten entstanden sind. Diese mußten beseitigt werden. Hierbei hat sich herausgestellt, daß man die Fischersche Frage auch mit Hilfe rein geologisch paläontologischer Mittel klären kann. Ich habe diese Klärung in einer in Nr. 20 dieses Jahrgangs der Zeitschrift „Braunkohle" erschienenen Arbeit versucht und bin dabei zu dem Ergebnis gelangt, daß auch die Zellulose sehr weitgehend als Ausgangsprodukt der Humuskohle in Frage kommt.

Daß auch die Zellulose recht beträchtliche Mengen von Humuskohle zu bilden vermag, kann zunächst durch die Untersuchung solcher Fälle bewiesen werden, in denen man genau feststellen kann, aus was für Pflanzen gewisse kleinere Mengen von Kohle entstanden sind. Allbekannt sind die inkohlten Pflanzenreste der Steinkohlenformation, die sich zwischen Tonschieferplatten, wie zwischen den Blättern eines Herbariums ausgebreitet finden. Sie bestehen häufig aus beträchtlichen Mengen von Kohlensubstanz, und hier läßt die anatomische Untersuchung oft ganz einwandfrei den Schluß zu, daß diese Kohle fast nur aus Zellulose entstanden sein kann. Weiter ist es dem Geologen bekannt, daß man in der Braunkohle noch viele merkwürdig gut erhaltene Holzreste findet. Wie kommt das? Es gibt nur eine Erklärung: Gelangt ein verholzter Pflanzenteil wirklich einmal rechtzeitig in den Torf hinein, was ja — wie uns die heutigen Moore zeigen — nur in geringem Maße vorkommt, dann bedingt die die Zellulose imprägnierende verholzende Substanz (das Lignin) die Konservierung der Zellulose. In der Tat lassen sich durch mikroskopische Methoden aus den Hölzern der Braunkohlen noch tadellos erhaltene aus Zellulose bestehende Tracheïden herstellen. Die Braunkohle ist also für uns ein besonders geeignetes Untersuchungsobjekt. Wir werden von ihr sagen, was in sie an verholzter Pflanzensubstanz hineingeraten ist, zeigt sich uns noch heute als ein Holz, das nach wie vor Zellulose enthält; nur die nicht oder nur wenig verholzt gewesene Zellulose ist bereits zu typischer Braunkohle geworden. Wo ist aber das übrige Holz des Braunkohlenwaldes geblieben? Es ist, ganz wie das meiste Holz unserer heutigen Torfmoore schon vor der Einbettung über Tage der Verwesung anheimgefallen, die ja im Gegensatz zur Vertorfung praktisch keine Spuren hinterläßt.

Weitere gegen die Fischersche Hypothese sprechende geologische Tatsachen suche man in der vorhin genannten Arbeit.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß Fischer S. 10 ausdrücklich betont, es bestehe noch Uneinigkeit in der Frage, ob die Kohlen aus Meeres- oder Landpflanzen entstanden seien. Es sei deshalb mitgeteilt, daß die Bewohner der Steinkohlenmoore fast ausschließlich Sumpf- und Landpflanzen waren, und daß die Einwände, die Johannes Walther hiergegen macht, als nicht stichhaltig abgelehnt worden sind. So hat sich erst kürzlich Gothan in zwei Vorträgen in der Deutsch. Geol. Gesellschaft und in der Berliner Paläontologen-Vereinigung energisch dagegen ausgesprochen und ich selbst habe u. a. 1920[1]) eine Widerlegung veröffentlicht. R. Potonié.

[1]) R. Potonié, Der mikrochem. Nachw., Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst., 1920, Bd. XLI, Teil I, Heft 1, S. 178 ff.

Kolkwitz, R., Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen einschließlich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 12 zum Teil farbigen Tafeln und 153 Abbildungen im Text. Jena 1922, Varlag von Gustav Fischer.

— —, Pflanzenforschung. 1. Phanerogamen (Blütenpflanzen). Mit 1 farbigen Tafel und 37 Abbildungen im Text. Jena 1922, Verlag von Gustav Fischer.

Wir sind gewohnt, das Gebiet der Pflanzenphysiologie einzuteilen in Stoffwechselphysiologie und Reizphysiologie oder die Entwicklungsphysiologie noch als besondere Disziplin herauszuschälen. Das ist jedoch lediglich Sache der Zweckmäßigkeit; worauf es aber in allen Fällen bei einem Lehrbuch oder Praktikum der Pflanzenphysiologie ankommt, ist die mehr oder weniger ausführliche Darstellung des Gesamtgebietes, je nach den Bedürfnissen des Leserkreises, für den das Buch bestimmt ist. In der Kolkwitzschen „Pflanzenphysiologie" finden wir diese Forderung nicht verwirklicht, und wenn der Verf. im Vorwort sagt, „daß das Buch als Vereinigung einer theoretischen und einer praktischen Physiologie gelten kann", so muß man dem widersprechen, ganz abgesehen davon, daß wir unter „praktischer" Pflanzenphysiologie in der Regel die Anwendung der Pflanzenphysiologie auf die Praxis, also auf Landwirtschaft, Gärtnerei usw. verstehen. Der Verf. will offenbar sein Buch als ein Mittelding zwischen Lehrbuch und Praktikum aufgefaßt wissen, was es aber nur bedingt ist. Denn abgesehen davon, daß keineswegs das Gesamtgebiet der Pflanzenphysiologie behandelt wird, verbietet auch die vom Verf. gewählte Einteilung des Stoffes nach botanisch-systematischen Gesichtspunkten eine den Bedürfnissen des Studierenden der Pflanzenphysiologie entsprechende methodische Verarbeitung des Gebietes. In einem Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, an denen ja übrigens kein Mangel ist, suchen wir nach einer Diskussion der Lebensvorgänge der Pflanze und wollen die theoretischen Erörterungen durch Versuchsbeispiele illustriert sehen. Das Objekt ist dann mehr oder weniger Nebensache und nur dann von Bedeutung, wenn sich z. B. eine phanerogame Pflanze und ein Pilz der Schwerkraft, der Einwirkung chemischer Agentien gegenüber usw. verschieden verhält. Das Ziel aller Wissenschaft ist doch wohl, allgemeine Gesetze zu finden oder wenigstens das Gemeinsame aus den individuellen Vorgängen zu abstrahieren, soweit es möglich ist. Dieses Streben ist aus der Lektüre des Kolkwitzschen Buches nicht zu erkennen und lag auch wohl nicht in der Absicht des Verf. Fast überall, wo wir nach Vertiefung des Verständnisses für die Lebensvorgänge, wo wir eine Stellungnahme zu Theorien und wissenschaftlichen Streitfragen suchen, wird auf die Werke anderer Forscher verwiesen oder es wird das Problematische einfach übergangen. Daraus folgt, daß der Hauptteil des Buches „Pflanzenphysiologie" als verfehlt zu betrachten ist. Und das auch noch aus einem anderen Grunde: die Kryptogamen umfassen den Hauptteil des Buches, und es werden da in der Hauptsache ökologische oder biologische Erscheinungen besprochen, die aber nur teilweise nach physiologischen Gesichtspunkten analysiert werden.

Betrachten wir das Kolkwitzsche Buch ganz vorurteilslos und ohne Rücksicht auf den irreführenden Haupttitel, so stellt sich die Arbeit der als eine Sammlung von physiologischem und ökologischem Versuchs- und Beobachtungsmaterial; es entspricht also der Inhalt des Buches etwa dem gewählten Untertitel und muß demgemäß beurteilt werden. Im Vordergrund steht also das Objekt, die einzelnen Pflanzen, mit denen gut zu experimentieren ist oder an denen interessante Erscheinungen zu beobachten sind. Da das Buch aus langjährigen praktischen Unterrichtserfahrungen hervorgegangen ist und da der Verf. das größte Gewicht auf das Gelingen der Versuche legt, so findet der Lehrer, für den das Buch wohl in erster Linie bestimmt ist, viele Anregungen, und auch sicher viele Freude an dem Gebotenen. Es wird ihm beim Unterricht ein ausgezeichnetes Hilfsmittel sein und da ein reichhaltiges Literaturverzeichnis vorhanden ist, so wird es ihm ein leichtes sein, sich eingehender mit der Materie zu beschäftigen und seinen Schülern soviel Theoretisches zu übermitteln, wie es seinen Bedürfnissen oder den Lehrplänen entspricht. Von diesem Gesichtspunkt aus sind auch die biologischen Hinweise bei den Kryptogamen von großem Wert; setzen sie doch den Lehrer in den Stand, seine Schulexkursionen vielseitig und interessant zu gestalten.

Die Behandlung der Hydrobiologie und Planktonkunde, die in dem Buch einen breiten Raum einnimmt, wird auch manchem Botaniker und allen denen, die amtlich oder nichtamtlich mit dem Wasser und allem, was dazu gehört, zu tun haben, willkommen sein, da etwas ähnliches in der Literatur fehlt. — Die vorliegende zweite Auflage des Buches hat, vorwiegend in seinem ersten Teile, den Phanerogamen, einige Erweiterungen erfahren, besonders in Hinsicht auf die Reizphysiologie und die Vererbungslehre, so daß nunmehr im ersten Teil der Stoff in folgenden Kapiteln besprochen wird: Notwendige Elemente und Nährsalze; das Chlorophyll und seine Funktionen; Diffusion, Osmose und Turgor; Zucker, Stärke, Reservezellulose, fettes Öl; Eiweiß; Wasser und Luft; Atmung; Bewegung, Wachstum und Reiz; Fortpflanzung und Vererbung. — Auf Einzelheiten kann hier aus Raumgründen nicht eingegangen werden; dem Ref. sei nur gestattet, dem Wunsche Ausdruck zu verleihen, daß der Verf. bei einer dritten Auflage dem ersten Abschnitte eine etwas abgerundetere, alle Teile der Pflanzenphysiologie gleichmäßiger umfassendere Form gibt, was trotz der aphoristischen Behandlung des Gegenstandes um so leichter geschehen kann, da

der Verf. als Ergänzung seines Buches gleichzeitig Einzelhefte erscheinen läßt, die er unter dem Titel „Pflanzenforschung" herausgibt. Auf diese Weise braucht der Umfang des „Stammwerkes" nicht vergrößert zu werden. Was das vorliegende erste Heft der „Pflanzenforschung" betrifft, das die Phanerogamen in derselben Manier wie in der „Pflanzenphysiologie" behandelt, so ist der Inhalt „im wesentlichen eine Wiedergabe von Originalversuchen aus der Pflanzenphysiologie" mit kleinen Ergänzungen, wie der Verf. selbst sagt. Es wird nicht begründet, warum eigentlich dieses Heft, das den ersten Teil der „Pflanzenphysiologie" entbehrlich macht, erschienen ist; nach Ansicht des Ref. hätte bei der großen Papierknappheit und -teuerung eigentlich schon das erste Heft lediglich Neues enthalten dürfen, wie es für spätere Hefte beabsichtigt ist. Das Ziel des Verf., in den Heften „wertvolle und erprobte Versuche, Methoden und Beobachtungen so zu schildern, daß sie allgemein belehrend und anregend wirken", ist natürlich nur zu begrüßen. Wächter.

Kolbe, L., Flüssige Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. Deutsche Übersetzung und Erweiterung des Buches „air liquide, oxygène, azote" von G. Claude, Paris. 430 Seiten, 207 Abb., 6 Tafeln. Leipzig 1920, J. A. Barth.

Das vorliegende Buch ist eine freie Übertragung des französischen Werkes von G. Claude über flüssige Luft, die von L. Kolbe durch Einschaltung einer Reihe von Kapiteln eine wesentliche Erweiterung und Anpassung an den heutigen Stand der Technik erfahren hat. Dabei ist die außerordentlich anschauliche und lebendige Darstellungsweise des Originals durchaus beibehalten worden, so daß der Leser in angenehmer Weise mit einem guten Beispiel französischer Schreibweise bekannt wird.

Das Buch stellt sich das Ziel, Theorie und Praxis gleichmäßig zu berücksichtigen. Der erste, theoretische Teil wird auch weiteren Kreisen leicht verständlich sein. Er ist nicht auf breiter thermodynamischer Basis aufgebaut, sondern knüpft immer an das Experiment und an die historische Entwicklung an, die gerade auf diesem Gebiete reich an spannenden Momenten gewesen ist. In vorteilhafter Weise wird von instruktiven Figuren und Diagrammen reichlicher Gebrauch gemacht.

Die weiteren Abschnitte behandeln die industrielle Verflüssigung, die Aufbewahrung und die Eigenschaften der flüssigen Luft sowie die Scheidung der Luft in ihre Bestandteile; Tabellen, eine Übersicht über die Patente sowie eine sehr ausführliche Literaturzusammenstellung beschließen das Buch. Die neu hinzugetretenen Kapitel umfassen insbesondere die Edelgase und ihre Gewinnung durch Rektifikation aus der Luft, die Gewinnung von Wasserstoff und Stickstoff aus Gemischen, sowie praktische und wirtschaftliche Fragen.

Auch der technische Teil zeichnet sich durch flüssige Darstellungsweise aus, die durch reichliche und gute Abbildungen unterstützt wird. Sehr anschaulich werden auch eine Reihe schöner Handversuche beschrieben und illustriert.

E. Regener, Stuttgart.

Anregungen und Antworten.

Arbeitsgemeinschaft für anthropo-ökologische Forschung. An der Wiener Universität wurde kürzlich eine Arbeitsgemeinschaft für anthropo-ökologische Forschung gegründet. Ihr Ziel ist die genauere Erforschung der Abhängigkeit sowohl des Einzelindividuums im Bau, physischer wie psychischer Hinsicht, als auch sozialer Verbände und Kulturen von Art und Charakter der Lebensbedingungen, des Entstehungs- und Standortes. Die Anregung zur Gründung ging von Herrn Dr. Jul. Spinner und Herrn Dr. Ferd. Scheminzky aus, von denen der letztere die Organisation der naturwissenschaftlich biologischen Gruppe, der erstere jene der psychologisch und soziologisch-kulturwissenschaftlichen übernommen hat. Eine Anzahl namhafter Forscher hat bereits ihre Mitarbeit zugesagt. Über die Forschungsergebnisse soll in einzelnen Veröffentlichungen, sowie durch Herausgabe eines Sammelwerkes berichtet werden. Die Gründung eines Institutes für anthropo-ökologische Forschung in Wien ist in Aussicht genommen.

Die Arbeitsgemeinschaft richtet an alle auf gleichem Gebiete arbeitenden wissenschaftlichen Verbände und Forscher die Bitte ihr Inhalt und Umfang bereits in Angriff genommener einschlägiger Arbeiten behufs Vermeidung überflüssiger Doppelbearbeitung kurz bekannt zu geben und ihr allfällige Publikationen zur Verfügung zu stellen. Zuschriften und Anfragen sind erbeten: An die Arbeitsgemeinschaft für anthropo-ökologische Forschung, Wien I, Universität.

Literatur.

Gottschalk, Dr. A., Begriff des Stoffwechsels in der Biologie. Berlin '21, Gebr. Borntträger. 12 M.

Reinke, Prof. Dr. Joh., Grundlagen einer Biodynamik. Berlin '22, Gebr. Borntträger. 120 M.

Hundt, R., Erdgeschichtliche Bilder aus dem mittleren Elstertal. Gera '22, Reußische Druckerei und Verlagsanstalt.

Inhalt: G. Sticker, Nährpflanzen und Heilpflanzen in der Geschichte. S. 609 — **Bücherbesprechungen:** G. Schworetzky, Weltäther und Weltall. A. Berg, Ätherströmungs- und Ätherstrahlungshypothese. R. Rüther, Systematik und Synthese der Elemente. E. Maag und K. Reihling, Vom Relativen zum Absoluten. S. 620. Fr. Fischer und H. Schrader, Entstehung und chemische Struktur der Kohle. S. 621. R. Kolkwitz, Pflanzenphysiologie. Ders., Pflanzenforschung. S. 623. L. Kolbe, Flüssige Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. S. 624. — **Anregungen und Antworten:** Arbeitsgemeinschaft für anthropo-ökologische Forschung. S. 624 — **Literatur:** Liste. S. 624.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 12. November 1922. | Nummer 46.

Mathematik und Wirklichkeit.

Von A. Radovanovitch.

[Nachdruck verboten.]

Wirklich sind für uns nur die Empfindungen unserer Zufallsinne. Die außerhalb des Ich projizierten Empfindungen, das unnahbare Unbekannte, das die Empfindungen auslöst oder sich als Empfindung offenbart, nennen wir unsere Wirklichkeit, Welt, Natur. — Wir können sie mit Hilfe der Sprache und Mathematik nur beschreiben aber nicht erkennen, ihr Prüfstein sind einzig unsere Empfindungen.

Gleich organisierte Menschen haben die gleiche Wirklichkeit: Einen von den Zufallsinnen empfundenen Ausschnitt aus einer qualitativ und quantitativ unvorstellbaren. Wie dem einzelnen die Wirklichkeit bewußt wird, d. h. wie er die Sinnesempfindungen mit der Sprache und der Mathematik verarbeitet, hängt von seiner Intelligenz und Bildung ab.

Das Bedürfnis nach gegenseitiger Mitteilung der Empfindungen führte zur Erfindung der Sprache, die notwendig Gehörsprache werden mußte. Aus Empfindungslauten wurden zufällige Empfindungsworte, die Adjektive unserer Grammatik. Nach Fr. Mauthner[1]) war das Adjektiv bei der Erfindung der Sprache der erste, bei ihrer Formulierung der letzte Redeteil. Mauthner unterscheidet drei Welten: Die adjektivische Welt, die allein uns zugängliche Welt unserer Empfindungen (auch die Welt des Tieres), die substantivische Welt des Seins, des Raumes, des Mythos und der Mystik und die verbale Welt des Geschehens, der Zeit. Streng genommen gehört die verbale Welt als partizipiale auch zur adjektivischen und somit blieben nur zwei verschiedene Welten, in denen wir uns zurecht finden müssen. Die ursprüngliche Welt der empfindbaren Eigenschaften, unsere Wirklichkeit, die schon vor der Sprache empfunden wurde, und die erst in der Sprache durch Abstraktion gewonnene Welt der nicht empfindbaren Begriffe.[2])

Der Unschärfe unserer Sinne und der Abstraktion verdanken wir die erfolgreichste Erfindung in der Sprache: Die Zahl, bzw. die besondere von nichts abstrahierte Zahlenwelt. Bis vor zwei oder drei Jahrtausenden genügte die Sprache mit einfachen Zahlen zur Mitteilung der angeschauten Wirklichkeit. Die Erweiterung des Gesichtskreises, schärfere Beobachtungen zwangen zu Vergleichen und zu Messungen, und da versagte die Sprache. Gekürzte konventionelle Ausdrucksformen wurden notwendig. Es entstand die Mathematik, die mit dem geometrischen Bild und der analytischen Formel Ökonomie in die Verständigung brachte. Die Mathematik ist präzisierte konzentrierte Sprache, die in der Zahl latent enthalten war und noch ist. Mit der Erfindung der Zahl war sie auch gegeben. Die mathematischen Operationen — ein zwangläufiges Aneinanderreihen von Zahlen (Zahlen haben nur einen Stellungs- aber keinen Richtungswert) und Zeichen — mußten nur stufenweise hervorgeholt und die notwendigen Zeichen hinzuerfunden werden. Die Zwangläufigkeit oder die mathematische Notwendigkeit gilt in beiden Richtungen zwischen Prämisse und Resultat: Die mathematischen Operationen sind umkehrbar.[1]) Die Bedeutung des Behandelten wird dabei weder beeinflußt noch geändert. Schopenhauer hat die Umkehrbarkeit so angedeutet: „Da sie — die Anschauung, welche der Mathematik zugrunde liegt — a priori ist, mithin unabhängig von der Erfahrung, die immer nur teilweise und sukzessiv gegeben wird; liegt ihr alles gleich nahe, und man kann beliebig vom Grunde oder von der Folge ausgehen." „Mathematik und Logik lehren uns aber eigentlich nur, was wir schon vorher wußten." Das besagt, daß die Mathematik selbst nicht mehr hervorbringen kann, als schon in die Prämissen hineingelegt wurde. Schlüsse und Beweise der Sprache und der Mathematik sind Mausefallenbeweise: Man zieht die Maus hervor, die man vorher in die Falle hineingetan hat.

Das Neue wird geschaffen durch neue Taten, neue Beobachtungen, neue Einfälle, Aperçus. Der Prüfstein der Einfälle auf ihre Wirklichkeit sind nur die Sinnesempfindungen. Das Neue wird erst wirklich, wenn es empfunden wird.

Sprache und Mathematik sind ungleiche Mittel zur Beschreibung der Wirklichkeit. Die Unbeständigkeit und Unbestimmtheit der Sprache machen sie unfähig, die Wirklichkeit genauer zu fassen.[2]) Die eindeutige, zwangläufig operierende Mathematik kann dagegen die Wirklichkeit schärfer einstellen, aber ihr Werkzeug, die starre unwirkliche Zahl gestattet ihr keinen innigen Kontakt mit der Wirklichkeit.

[1]) Wörterbuch der Philosophie, 2 Bde., 1910—14 (G. Müller). Der kundige Leser wird in folgendem den Einfluß Mauthners nicht verkennen.

[2]) Mit diesem kam Unbeständigkeit, Unbestimmtheit und Unaufrichtigkeit in die Sprache.

[1]) Zuerst ausgesprochen von Mauthner im sehr lesenswerten Büchlein „Spinoza" 1921 (C. Reissner).

[2]) Aber diese Mängel eignen sie gerade so vortrefflich für die Poesie, den Mythos und die Mystik, d. h. für eine verschleierte bis gefälschte Darstellung der Wirklichkeit.

Sprache und Mathematik sind nicht wirklich. Beim gesprochenen Wort Mars ist wirklich die Bewegung der Sprechwerkzeuge und die Erschütterung der Luft, beim geschriebenen der Tintenstrich, beim gemalten Mars die Farbe und beim gemeiselten der geformte Stein. Dasselbe gilt auch von der gesprochenen, geschriebenen, zeichnerisch oder körperlich dargestellten Formel. Nicht das Dargestellte ist wirklich, sondern nur die Mittel der Darstellung. Das Dargestellte, ein konventionelles Mittel der Verständigung, kann, muß aber nicht der Wirklichkeit entsprechen bzw. sie beschreiben oder abbilden. Ein Gemälde kann eine wirkliche Landschaft darstellen, eine gemalte Landschaft muß nicht wirklich sein. Ein geometrisches Bild kann einen wirklichen Zustand oder Vorgang veranschaulichen, seine Wirklichkeit jedoch nicht beweisen. Ein analog unserem berechnetes und gezeichnetes Planetensystem beweist allein noch nicht die planetarische Struktur der Atome. Die Möglichkeit der Vorstellung, Veranschaulichung und Berechnung ist kein sicheres Kennzeichen der Wirklichkeit. Sprachliche, bzw. mathematische Notwendigkeit bedingt noch keine wirkliche.

Der eigentliche Entdecker des Neptun war schon Bouvard. Er sprach die Vermutung aus, daß die Ursache der Störungen der Uranusbahn ein transuranischer Planet sein müsse. Leverrier berechnete die Bahnelemente des bereits angesagten Störenfrieds (die gesuchte Maus war schon in der Falle), aber erst als ihn Galle im Fernrohr sah, wurde der neue Planet für uns wirklich. Wäre Neptun ein schwarzer Körper, dann würde er heute noch nicht wirklich sein, und wir dürften nur an eine störende Kraft glauben. — Dieses Schulbeispiel zeigt treffend, wie erst unsere Empfindungen die Wirklichkeit bestätigen, ferner, wo die Hilfe der Mathematik in der Naturforschung einsetzt. — Bei veränderlichen Sternen vom Algoltypus führten Beobachtungen zur vorstellbaren und durch die Rechnung bestätigten Annahme, daß sich zwei nahezu gleich große Körper, ein heller und ein dunkler, um den gemeinsamen Schwerpunkt bewegen; die Erde fliegt ungefähr in der Bahnebene der Körper und der dunkle verdeckt zeitweise den hellen. Dennoch ist das Sternpaar nicht unbedingt wirklich. Wirklich sind nur die Empfindungen der veränderlichen Lichtstärke und der Verschiebung gewisser Spektrallinien. Das weitere sind aus der Annahme mathematisch notwendige, aber sinnlich nicht wahrnehmbare Folgerungen. Periodische Eruptionen leuchtender Massen auf einem bereits dunklen Weltkörper, die in der Richtung gegen die Erde geschleudert werden und wieder zurückfallen, könnten gleiche Beobachtungen hervorrufen.

Sagen mathematische Berechnungen Zustände oder Ereignisse voraus, die von Empfindungen bestätigt werden, so beweist das nur, daß die Prämissen dem wirklichen Geschehen gut angepaßt waren (es wurde die richtige Maus in die Falle gesteckt), nicht aber, daß das wirkliche, nicht zahlenmäßig und doch restlos verlaufende Geschehen einem „Gesetz", d. h. einer Formel folgt. Diese bleibt auch bei Berücksichtigung von immer mehr Reihengliedern nur eine Annäherung an die Wirklichkeit. Sprache und Mathematik sind Menschenwerk, und die Wirklichkeit kümmert sich nicht um sie. Es ist eine Überhebung zu behaupten, menschliche Mathematik gelte „ewig" und auch dort, wo keine Menschen sind. Die große Übereinstimmung der mathematischen und wirklichen Notwendigkeit in der Mechanik hat zur Überschätzung der Mathematik — nicht nur in Laienkreisen — geführt, wozu noch ihre glänzende formale Ausbildung viel beigetragen hat. Die Mathematik ist keine eigentliche Wissenschaft, sie vermittelt kein Wissen wie die Forschung, sie ist nur das zuverlässigste Werkzeug der Wissenschaften, bzw. erst die Anwendung mathematischer Methoden macht das Forschen zur exakten Wissenschaft. Ungefähr wie ein Präzisionsmeßinstrument nur mit einem Präzisionswerkzeug gemacht werden kann. Meßinstrument und Werkzeug sind aber nicht gleichartig.[1])

Der Begriff „Raum" konnte erst nach der Erfindung der Abstraktion und der Begriff „Zeit" erst nach der Erfindung der Zahl gebildet werden. Raum und Zeit sind Sprachprodukte — sogar ziemlich späte —, sind nicht wirklich und werden es auch nicht durch mathematische Behandlung. Die Zeit als angenommene vierte Koordinate und die daraus gezogenen mathematisch notwendigen Folgerungen haben nur formale Bedeutung. Für die Wirklichkeit beweisen sie nichts. Während die Zeit als Verhältniszahl[2]) bei der Beschreibung der Wirklichkeit eine wichtige Rolle spielt, kommt dabei der Raum gar nicht in Betracht, sondern nur wirkliche Körper und ihre Eigenschaften. Von den vier traditionellen Grundpfeilern der Welt: Raum — Zeit, Materie — Energie sind für uns nur die zwei letzten wirklich. Raum und Zeit überlassen wir der Metaphysik, und was die beiden beim Besprechen der Wirklichkeit bedeuten, interessiert uns nicht. Energie ist Ausdruck der bewegten Materie, und somit bleibt schließlich als unsere Wirklichkeit nur bewegte, geformte und beeigenschaftete Materie übrig, aus der wir auch die konventionellen Maßstäbe für ihre Beschreibung wählen.

Unsere Wirklichkeit reicht soweit wie unsere Sinne. Daß sie an der Grenze des Sehsinnes aufhören sollte, ist für uns unvorstellbar. Die Unvorstellbarkeit ließ uns das Wort „unendlich" erfinden, das bedeutet: Wenn wir nach allen Rich-

[1]) Man wähnt die alten Götter überwunden zu haben und merkt nicht, wie gläubig man sich vor einem neuen, dem Gott der Differentialgleichungen beugt. Und dieser hat den mechanistischen Monismus erschaffen.

[2]) Siehe Naturw. Wochenschr. 1921. Nr. 47: „Was ist die Zeit?"

tungen vordringen, empfinden wir überall eine Wirklichkeit. Wir nennen also unsere Welt unendlich. Die Relativitätstheorie kommt, von gewissen Voraussetzungen ausgehend, zur Endlichkeit der Welt. Die Frage, welche der beiden Welten wirklich ist, hat keinen Sinn und Wert, da sie von den allein maßgebenden Sinnesempfindungen nicht beantwortet werden kann.

Die Ergebnisse der speziellen Relativitätstheorie gelten mit mathematischer Notwendigkeit als gesichert. Werden sie auch durch Beobachtungen schon einwandfrei bestätigt und damit unserer Wirklichkeit eingereiht? Dieselbe Frage darf auch bei der ebenfalls mit mathematischer Notwendigkeit aus den Maxwellschen Gleichungen gefolgerten „Nahwirkung" gestellt werden. — Es scheint, daß diese Fragen noch nicht bejaht werden können.

Die Relativitätstheorie setzt zwei gegeneinander bewegte Beobachter voraus. Die Beobachtungen beider gelten in unserer Wirklichkeit nur dann, wenn beide wirklich sind und wenn sie ihre Standorte vertauschen können ohne Änderung ihrer Empfindungsfähigkeit. (Auf der Erde ist ein Beobachteraustausch nur innerhalb einer dünnen Kugelschale möglich.) Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, dann können wir die Beobachtungen beider Beobachter nicht als gleichwertig anerkennen. Auf dem Monde, oder weiter im Weltall, auf einem nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegtem Fahrzeug, können wir uns zur Not einen wie wir organisierten Beobachter vorstellen und auch annehmen, daß er dort leben könne, aber seine Wirklichkeit in einer uns unbekannten Umgebung ist nicht mehr vorstellbar. Wie eine Erdenuhr auf dem Monde usw. geht, wissen wir nicht, und von einer photographischen Platte können wir nicht behaupten, daß sie auf dem Monde usw. chemisch ebenso reagiert wie auf der Erde.

Unsere Welt ist euklidisch dreidimensional. Die euklidischen Axiome werden durch unsere Sinnesempfindungen direkt und indirekt bestätigt; sie entsprechen der wirklichen Notwendigkeit. Die nichteuklidische Geometrie beweist mit mathematischer Notwendigkeit, daß der Raum nicht euklidisch ist, daß mehrere gleichwertige gekrümmte Räume möglich sind.[1]) Mathematische und wirkliche Notwendigkeit widersprechen sich. Allerdings wird zugegeben, daß noch innerhalb unserer Welt der euklidische Raum mit den nichteuklidischen nahezu vollkommen übereinstimmt. Uns fehlt aber ein Infinitesimalsinn, mit dem wir die Raumkrümmung innerhalb unserer Welt empfinden könnten, und der uns auch die nach der Relativitätstheorie notwendigen, der Größe und Richtung nach stetig wechselnden, Änderungen der Körperdimensionen bestätigen könnte.

[1]) Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Teufel durch den elliptischen Raum des entführten Professors nicht gefoppt wird, und daß dieser nimmer zur Erde wiederkehrt. Kurd Laßwitz: „Wie der Teufel den Professor entführte."

Der Analogieschluß von der zweidimensionalen unbegrenzten und dennoch endlichen Kugelfläche auf einen dreidimensionalen, unbegrenzten endlichen gekrümmten Raum ist nicht zwingend. Es kann nur eine Wirklichkeit sein, und wir haben die Wahl zwischen der empfundenen und der mathematisch postulierten.

Die Wirklichkeit verfügt über ungeahnte ineinander greifende Möglichkeiten; die Mathematik kennt nur eine durch die starre Zahl festgelegte. Deshalb kann sich mathematische Notwendigkeit mit der wirklichen, die starre Zahlenwelt mit der elastischen adjektivischen Welt nicht decken.[1])

Zwei Dolmetscher bieten sich an, uns die Wirklichkeit zu übersetzen. Der erste kommt mit einem Wörterbuch, das ungenau und stets veraltet ist. Die zünftige Philosophie bedient sich noch seiner mit Vorliebe und glaubt von ihm Erkenntnis der Wirklichkeit zu erlangen. Der zweite hat eine immer logisch ergänzte Formelsammlung, ist gewissenhafter, aber einseitig; er kann der Wirklichkeit nur mit Zahlen nahekommen. Was er bietet: „Das Resultat besagt nie mehr als Wieviel; nie Was" (Schopenauer).

Abseits steht der Künstler. Er verzichtet auf Genauigkeit, er will mit Worten, Farben, Formen und Tönen nur mitteilen, wie er die Wirklichkeit erlebt. Zauber echter Kunst läßt den Empfänger die Schöpfung des Künstlers als eigenes Erlebnis empfinden.

Aber wem soll eigentlich die Sprache (Wissenschaft und Kunst inbegriffen) die Wirklichkeit verdolmetschen? Was ist unser Ich, unser Bewußtsein, Denken, Gedächtnis, Vernunft, Geist, Seele usw.? Ist das alles nicht unsere Sprache? Dolmetscher und Ich sind eins, sind eben nichts anderes als Sprache und letzten Endes nur — Illusion, der Wagen des Königs Milinda aus der Buddha-Legende. Mit der Sprache haben wir die größte Illusion — uns selbst, das Ich erfunden. Deshalb können wir der Zirkelgleichung Ich = Empfindung = Wirklichkeit = Sprache = Ich, dem eigentlichen Monismus, nicht entrinnen, deshalb ist das Unbekannte draußen für uns unzugänglich und Welterkenntnis durch Sprache und Mathematik unmöglich.

Der eine setzt sich darüber hinweg; resigniert lächelnd greift er zum Ignorabimus.

Der zweite hofft trotzdem jenseits der Sinnesempfindungen die eigentliche Welt und ihren Sinn zu finden. Ihm gehört die substantivische Welt, die seiner Phantasie freies Spiel gewährt.

Der dritte nimmt die adjektivische Welt wie sie ist, anerkennt ihre Grenzen und beschreibt sie auf Grund neuer Beobachtungen und neuer Einfälle immer wieder von neuem. Und sein verläßlichster Gehilfe dabei ist die Mathematik.

[1]) Wäre es so, dann hätten schon die Pythagoräer Recht gehabt als sie behaupteten: Die Zahl ist das Wesen der Dinge.

Einzelberichte.

Die Wahrheit über Beringers Lithographia Wirceburgensis.

Die tragikomische Geschichte, wie „versteinerte" Abbilder von abenteuerlichen Tier- und Pflanzenformen, ja von Sonne, Mond und Sternen sowie gar hebräischen Buchstaben den ernstgemeinten Stoff zu einem gelehrten Werke, der Beringerschen „Lithographia Wirceburgensis" (1726), abgaben, wurde in der „Naturw. Wochenschr." bereits zweimal durch Prof. Andrée behandelt (1917, S. 719ff. und 1920, S. 295f.). Sie wird neuerdings geradezu als Angelpunkt in der Entwicklung der geologisch-paläontologischen Wissenschaft hingestellt. Namentlich ist es Othenio Abel, der in seinen Schriften (besonders 1914 „Paläontologie und Paläozoologie" in „Kultur der Gegenwart" III, 4 IV, S. 313ff.; 1920 „Lehrbuch der Paläozoologie" S. 32) das Mißgeschick Beringers zur entscheidenden paläontologischen Ideenwende stempelt: mit dem Zusammenbruch der Würzburger „Figurensteine" sei jahrtausendealten Fabelvorstellungen der Todesstoß versetzt und endlich eine richtigere Auffassung der Versteinerungen eingeleitet! Selbstverständliche Voraussetzung hierbei ist, daß Beringer seine Funde wirklich für echte Versteinerungen hielt und sie nach alter Art als Naturspiele o. ä. zu erklären suchte. Beides ist nun aber keineswegs so selbstverständlich. Überhaupt stellt sich bei genauerer Untersuchung die Geschichte ziemlich anders dar, als sie seit mehr denn anderthalb Jahrhunderten berichtet wird. An Hand aller auffindbaren Quellen, insbesondere nach einem bisher unbeachtet gebliebenen zeitgenössischen Briefe[1]) des mitbeteiligten Geschichtschreibers v. Eckhart (veröffentlicht 1780 im Nürnberger „Historisch-diplomat. Magazin für das Vaterland" I, 159ff.) und nach Andeutungen in der Lith. Wirc. selbst, gelang es, die lange verkannte Wahrheit über den Beringerfall festzustellen. Meine ausführliche Arbeit darüber findet sich im diesjährigen Oktoberheft der Monatschrift „Stimmen der Zeit" (Herder, Freiburg), worauf für alle Einzelheiten und Quellenangaben verwiesen werden muß.

Als Verfasser der Lith. Wirc. ist zunächst unzweifelhaft Beringer erwiesen, mehr noch als Andrée dies in seiner zweiten Mitteilung (1920) berichtigend zuzugestehen schien. Zwar ließ Beringer der Zeitsitte gemäß die Arbeit unter seinem Präsidium in einer Inauguraldissertation von seinem Schüler Gg. Ludw. Hueber vorlegen, wodurch dieser wenigstens als Mitverfasser erscheinen konnte. Doch schon im ersten Satze seiner einleitenden Widmung schreibt Hueber selbst die Dissertation ausdrücklich seinem Präses zu, dessen Urheberschaft auch sonst aus allem aufs klarste hervorgeht und von Anfang an als selbstverständlich bezeugt ist. Nicht einmal zu den Druckkosten mußte Hueber beisteuern (vgl. Lith. Wirc. S. 95 Mitte), der auch gewiß an der Fälschung der Steine ganz unbeteiligt war. Ein ergebener Schüler Beringers, wurde er 1737 dessen langjähriger Nachfolger.

Die Fälscher waren nicht etwa übermütige Würzburger Studenten, wie das seit Mitte des 19. Jahrhunderts oft behauptet ist. Unschuldig sind auch „die Jesuiten" oder „der Jesuit Rodrick", der bis auf unsere Tage vielfach als der Hauptübeltäter hingestellt wird, entweder allein oder in Gemeinschaft mit dem bekannten Geschichtschreiber Gg. v. Eckhart. Die eigentlichen Fälscher waren vielmehr drei junge Steinarbeiter, Söhne einer armen Witwe von Eibelstadt. Durch Gewinnsucht verlockt, verfertigten sie aus gewöhnlichem Hauptmuschelkalk, wohl mit Hilfe eines bis zu den hebräischen Anfangsgründen gediehenen Studentleins, in den sechs Monaten von Juni bis November 1725 über zweitausend „Figurensteine", die sie Beringer geschickt in die Hände spielten, sei es, daß sie die auf einer Bergeshalde bei Eibelstadt vergrabenen Steine ihn selbst finden ließen oder sie als dort gefunden ihm nach Würzburg ins Haus brachten. Der an sich grobe Betrug gelang so vollkommen, daß auch anfängliche Zweifler durch Teilnahme an der Grabung sich überzeugen oder doch beschwichtigen ließen. Selbst der berühmte Geschichtsforscher Gg. v. Eckhart, seit 1724 in Würzburg, wußte sich eine Zeitlang die Sache nicht anders zu erklären, als daß hier verscharrte Zaubersteine oder Talismane der alten Germanen vorlägen! Erst mit der Dazwischenkunft eines früheren Jesuitenscholastikers, des Rheinländers Ignaz Roderique, der als Schützling und Freund Eckharts im Dezember 1725 zur Übernahme der neuen Laienprofessur für Geographie und Algebra nach Würzburg kam, wurde das Geheimnis gelichtet. Es gelang nämlich dem Freundespaar, einen mitbeteiligten oder doch eingeweihten Burschen von Eibelstadt zum Geständnis zu bringen. Als Probe aufs Exempel verfertigte Roderique selbst einige kunstvolle Figurensteine und schickte den Burschen damit zu Beringer. Siehe da, dieser nahm sie wirklich hochbeglückt als echt entgegen, belohnte den Überbringer reichlich und ermunterte ihn zu

[1]) Dieser Brief hatte schon 1749 den Herausgeber (Chr. Ludw. Scheidt) der Leibnizischen *Protogaea* (Vorrede S. IX, Anm.) von dem längst vermuteten Betrug in der Beringersache überzeugt. Hierauf machte mich gütigst Herr Geh.-Rat Prof. Klockmann (Aachen) aufmerksam, den schon Andrée 1920 als Gewährsmann nennen konnte. Beide weisen auch auf den Antiquariatskatalog von Dultz & Co. in München hin, den ich nicht als selbständige Quelle aufführte. Seit 1911 (Katal. *Vertebrata*) ist die *Lith. Wirc.* zum Verkauf angezeigt, zuerst mit einer dem Ebertschen Allg. Bibliograph. Lexikon entnommenen Beifügung, die im Katalog 14 (1913) und ebenso 31 (1918) wie 40 (1921) nach Leydigs *Horae zoologicae* abgeändert wurde. Der Preis stieg seit 1911 von 35 über 48 auf 80 und 300 M. und ist jetzt nur auf Anfrage zu erfahren!

weiteren ähnlichen Funden. Ja er lud sogar den Fürstbischof zur Besichtigung der neuen Fundstelle ein. Für diese Gelegenheit mußte Roderique nochmals mit selbstgefertigten Bildsteinen aushelfen, die denn auch glücklich gefunden und gläubig bewundert wurden. Da aber hielt Eckhart die Stunde für gekommen, öffentlich den ganzen Betrug zu enthüllen. Inzwischen hatte Beringer gerade sein Werk über die seltsamen Steine, eben die Lithographia Wirceburgensis, vollendet und ließ es in feierlicher Inauguraldissertation im Mai 1726 vorlegen. Er hielt hier unentwegt an der Echtheit wenigstens der früher gefundenen und auf 21 Kupfertafeln abgebildeten Figurensteine fest. Seine Verteidigungsgründe dafür erscheinen denn auch zum Teil so einleuchtend, daß man seine Täuschung wenigstens verstehen lernt. Selbst ein so hochstehender Zeit- und Fachgenosse wie Joh. Jak. Baier, der Verf. der Oryctographia Norica und Präsident der Leopoldinisch-Karolinischen Akademie der Naturforscher, teilte so ziemlich Beringers Ansicht. Dieser scheint sie denn auch bis an sein Lebensende allem Zweifel, Widerspruch und Hohne zum Trotz festgehalten zu haben. Nirgends finden wir etwas von einem demütigen Eingeständnis oder Widerruf seines Irrtums, nirgends auch die Nachricht vom Funde seines Namenssteines, der ihm endlich die Augen geöffnet habe! Fabel ist auch die Meldung, Beringer sei bald aus Kummer über den Betrug gestorben; lebte er doch noch 14 Jahre danach als angesehener Professor bis in sein 70. Lebensjahr!

Auch die fast überall behauptete Wiedereinziehung seines Werkes ist geschichtlich unerweisbar. Tatsache scheint nur zu sein, daß Beringer, über die bald einsetzenden Angriffe verärgert, eine unliebsame Weiterverbreitung seiner Schrift möglichst zu verhindern suchte. Die so verbleibenden Restbestände gelangten dann später in fremde Hände, durch die sie, wohl ohne betrügerische Absicht, unverändert, nur mit vereinfachtem Titel, als sog. 2. Auflage 1767 nochmals herausgegeben wurden. Entgegen der allgemeinen bibliographischen Annahme scheint diese zweite Auflage bedeutend seltener zu sein als die ziemlich weitverbreitete Erstausgabe.

Eine Hauptberichtigung bezieht sich auf die innere Seite der Lithographia Wirceburgensis, auf die eigentliche Ansicht Beringers. Kaum einer scheint sich bisher bemüht zu haben, daraufhin das freilich oft schwere Latein der Schrift durchzulesen. Es galt einfach als selbstverständlich, daß der Verf. seine Figurensteine als echte Versteinerungen betrachtet und als seltsame Naturspiele erklärt habe. In Wirklichkeit weist Beringer aber für seine Funde all die alten Meinungen von Naturspielen, Samendünsten usw. mit großer Literaturkenntnis zurück und unterscheidet (bes. 8. Kap.) scharf zwischen gewöhnlichen Versteinerungen, die er aus der Sündflut oder doch dem Meere herleitet, und seinen ganz anders gearteten „idiomorphen" Figurensteinen! Nur diese, keine „echten Versteinerungen aus dem Muschelkalk", bildet er in der Lith. Wirc. ab. Und seine Erklärung, ob natürlicher oder künstlicher Ursprung der einzigartigen Figurensteine? Er überläßt sie vernünftigerweise dem Urteil der Gelehrten und weiterer Forschung! Das einzige, was er hartnäckig bekämpft, ist die Annahme einer künstlichen Herstellung und Unterschiebung in jüngster Zeit. Gegen einen früheren künstlichen Ursprung, nämlich gegen die Deutung, daß es etwa vergrabene alte heidnische und jüdische Zaubersteine oder Zierstücke mittelalterlicher Grotten und Burgen seien, hat er nichts Wesentliches einzuwenden, ja er hält diese Erklärung sogar für näherliegend (cogitatu pronius, S. 73). Allerdings will er auch eine natürliche Entstehung nicht von vornherein als unmöglich ablehnen, indem er glaubt, seine Funde vielleicht als irgendwie von der Natur geformte Abbilder, nicht als Reste, der dargestellten Lebewesen und Gegenstände ansehen zu können! Das ist der Zoll, den Beringer überkommenen Wahnvorstellungen als Kind seiner Zeit zahlte. Selbst führende Geister waren damals nicht frei davon, ohne deshalb den Fluch der Lächerlichkeit zu verdienen. Für eine richtige Einschätzung geologisch-paläontologischer Befunde fehlte es eben noch besonders an zwei grundlegenden Voraussetzungen: keine Phantasie ahnte damals die mannigfachen gewaltigen Festlandsverschiebungen und Meeresüberflutungen, die hauptsächlich unsere geologischen Schichten schufen, und kein Menschengeist überblickte noch die gesamte, namentlich marine Organismenwelt, um in den versteinerten Gebilden ausgestorbene Formen erkennen und so rückschreitend eine erdgeschichtliche Zeitenfolge festlegen zu können. Dies erklärt genugsam so manche frühere Absonderlichkeit in Geologie und Paläontologie, die gewiß nicht in „biblischer Überlieferung" begründet liegt. In diesen Rahmen eingefügt, erscheint auch Beringer und seine Lith. Wirc. menschlich verständlich und entschuldbar. Nicht Spott, nicht mitleidiges Lächeln ist es, was ihm gebührt, sondern eher Abbitte angetanen Unrechts und Anerkennung eines lauteren Gelehrtenstrebens, das auch im Irrtum uns Wahrheit erschloß.

Aug. Padtberg S. J., München.

Gegen die „Pubertätsdrüse".

Unter den zahlreichen Veröffentlichungen, die sich gegen die Steinachsche Pubertätsdrüsenlehre richten, ragt vor allem die Arbeit von H. Tiedje über „die Unterbindung am Hoden und die Pubertätsdrüsenlehre"[1]) hervor, die sich durch, auf exakten Untersuchungen beruhende, klare Angaben und vorsichtige Schlußfolgerungen aus-

[1]) Veröffentlichungen aus der Kriegs- und Konstitutionspathologie. 2. Bd., Heft 4, 1922, Gustav Fischer.

zeichnet. Tiedje ist auch nicht in den Fehler verfallen, mit der „Pubertätsdrüsenlehre" die Verjüngungstheorie von vornherein zu verwerfen, wie dies meist von den Gegnern Steinachs geschieht. Wohl darf man mit den oft gar zu einseitigen Folgerungen Steinachs nicht einverstanden sein, doch ist kein Grund vorhanden, alle Ergebnisse Steinachs deshalb für wertlos zu erklären. Gerade die Versuche von Tiedje zeigen in histologischer Beziehung eine deutliche Übereinstimmung mit denen Steinachs. Tiedje kommt jedoch zu einer ganz anderen Auffassung, die schließlich „eine besondere ‚Pubertätsdrüse' im Sinne Steinachs ablehnen muß".

Tiedje wählte zur Prüfung der „Pubertätsdrüsenlehre" die Unterbindung am Hoden. Er operierte 29 Meerschweinchen, 17 geschlechtsreife und 12 jugendliche. Hier seien die Versuchsreihen angegeben:

I. Einseitige Unterbindung des Vas deferens bzw. zwischen Hoden und Nebenhoden mit gleichzeitiger anderseitiger Kastration.
II. Isolierte einseitige Unterbindung.
III. Beiderseitige gleichzeitige Unterbindung.

Nach einseitiger Vas deferens-Unterbindung konnte Tiedje beobachten, daß sich die jugendlichen Hoden normal weiter entwickelten, während die geschlechtsreifen zunächst degenerierten, um später wieder vollständig zu regenerieren. Die isolierte einseitige Unterbindung rief eine völlige Inaktivitätsatrophie des unterbundenen Hodens hervor, während der andere Hoden kompensatorisch hypertrophierte. Beiderseitige gleichzeitige Unterbindung führte zu ähnlichen Ergebnissen wie die unter I. angeführten Versuche. Tiedje glaubt nun, daß die Steigerung der sexuellen Funktion nach der Unterbindung nicht auf die Hypertrophie der Zwischenzellen, wie Steinach meint, sondern auf die „vermehrte Resorption der Eiweißsubstanzen degenerierter generativer Zellen" zurückzuführen sei. Die Zwischenzellen spielen nach seiner Auffassung nur eine nutritive Rolle. Tiedje stellt also die inkretorische Bedeutung der Zwischenzellen in Abrede; er lehnt deshalb auch alle therapeutischen Theorien auf interstitieller Grundlage ab. Doch verwirft er keineswegs die inkretorische Bedeutung der Keimdrüsen im allgemeinen. So lehnt er den interstitiellen Hermaphroditismus ab und hält „den Versuch, die Diagnose der Homosexualität aus dem Verhalten der Zwischenzellen zu stellen" mit Stieve für unmöglich. Eine Beziehung der inkretorischen Funktionen der Keimdrüsen zur Homosexualität hält Tiedje dagegen nicht für ausgeschlossen. In ähnlicher Weise behandelt er die Verjüngungsfrage, wie eingangs schon hervorgehoben wurde.

Die Arbeit Tiedjes trägt entschieden dazu bei, die Zwischenzellenfrage zu klären. Die Tatsache, daß von einer isolierten Pubertätsdrüse keine Rede sein kann, wird durch sie erneut bestätigt. In vieler Hinsicht zeigt auch diese Veröffentlichung, daß manche Folgerungen Steinachs und seiner Anhänger zu einseitig sind. Deshalb ist eine solche Revision der Steinachschen Theorie, wie sie Tiedje vorgenommen hat, sehr zu begrüßen. Gustav Zeuner.

Aussterben der Naturvölker.

Einen beachtenswerten Beitrag zur Klärung des Problems des Aussterbens der Naturvölker hat kürzlich die Universitätsdruckerei zu Cambridge veröffentlicht, nämlich eine Sammlung von Aufsätzen über die Entvölkerung Melanesiens.[1]) Vor dem Eindringen der Europäer herrschte wahrscheinlich kein Bevölkerungsrückgang, aber die Volkszahl wurde durch Kämpfe, Kindermord, große Kindersterblichkeit, Vernachlässigung alter und invalider Leute, Ausmerzung jener, die gegen die Sittengesetze verstießen und andere Einflüsse verhältnismäßig klein gehalten. Mit der Ankunft der Europäer trat keine Besserung, sondern eine Verschlimmerung des Zustandes ein. Es wurden bis dahin unbekannte Krankheiten verbreitet und namentlich Lungenleiden haben viel zur Bevölkerungsverminderung beigetragen Nach Berührung mit Europäern, die „Schnupfen" (colds) mit sich bringen, sagt der Missionar Durrad in einem der Aufsätze, treten bei den Eingeborenen vielfach schwere Bronchitis und Pneumonie auf, die zahlreiche Sterbefälle zur Folge haben. Andere europäische Krankheiten scheinen nicht weit verbreitet zu sein. Die Einführung fremder Lebensgewohnheiten bringt ebenfalls Nachteile. „Von allen üblen Gewohnheiten, die durch die Zivilisation gebracht wurden, ist das Tragen von Kleidern wahrscheinlich die schlimmste", schreibt der genannte Missionar und in mehreren anderen Aufsätzen kommt dieselbe Auffassung zur Geltung. Europäische Kleidung ist nicht nur des Klimas wegen ungeeignet, sondern es kommt noch dazu, daß die Eingeborenen die Kleider nie wechseln und sie auch nicht zu reinigen verstehen, so daß die sonst im allgemeinen reinlichen Menschen infolge des Kleidertragens mit Schmutz bedeckt und mit Hautkrankheiten behaftet sind. Dr. Speiser, der über die Zustände auf den Neuen Hebriden schreibt, mißt auch dem Übergang von der früher üblichen Pflanzenkost zu vorwiegender Reis- und Fleischnahrung, ebenso wie dem Alkohol, eine üble Wirkung auf die Gesundheit der Eingeborenen bei. Nachteilig ist ferner der Übergang zu solider gebauten Wohnhäusern, welche die Lüftung erschweren. Viel Schuld an dem Bevölkerungsrückgang haben zweifellos die Arbeiteranwerbungen. Ein großer Teil der Angeworbenen kehrt überhaupt nicht zurück und die Zurückkehrenden bilden einen Fremdkörper unter den daheimgebliebenen Stammesgenossen; sie tragen bei, die Auflösung der bestehenden sozialen Or-

[1]) Essays on the Depopulation of Melanesia. Edited by W. H. R. Rivers. Cambridge 1922, University Press.

ganisation und die Beseitigung der überlieferten Lebensgewohnheiten zu beschleunigen. Da in der Regel keine neuen geistigen und sozialen Lebensinhalte an die Stelle der alten treten, wird das Dasein der primitiven Menschen inhaltsleer, womit wieder der ohnehin herrschende Fatalismus gesteigert und die geringe Willenskraft noch mehr herabgesetzt wird. Die Zerstörung der althergebrachten gesellschaftlichen Einrichtungen und der Religion der Melanesier, die europäischen Verwaltungsbeamten und Missionaren gewöhnlich unverständlich sind, hat vielleicht mehr zum Untergang dieser Menschen beigetragen, als irgendeine andere Ursache, weil infolge davon das Interesse am Leben und der Wille zum Dasein schwanden. Dr Rivers warnt in seinem Beitrag über den „psychologischen Faktor" eindringlich davor, die Bedeutung der seelischen Einflüsse des Kulturwandels zu unterschätzen. Er schreibt u. a.: „Auf den ersten Blick mag die Annahme übertrieben erscheinen, daß ein Faktor, wie der Verlust des Interesses am Leben, jemals zum Aussterben eines Volkes führen könnte, aber meine Beobachtungen brachten mich zu der Folgerung, daß dieser Einfluß so groß ist, daß er kaum überschätzt werden kann.... Man hört oft davon sprechen, wie leicht die Eingeborenen sterben. Immer wieder wird erzählt, daß ein Eingeborener, der gesund und wohlauf zu sein schien, nach einem Tag oder zwei Tagen augenscheinlich leichter Erkrankung seinen Geist aufgab, ohne daß Anzeichen wahrnehmbar geworden wären, die bei uns gewöhnlich das Nahen des Todes anzeigen. Ein kranker Eingeborener verliert den Mut sofort. Er hat keinen Wunsch zu leben und bekundet vielleicht, daß er nun sterben werde, ohne daß der Beobachter einen Anlaß dazu merken kann. Die Sache wird leichter verständlich, wenn man erwägt, mit welcher Leichtigkeit die Leute durch Zauberei oder infolge Verstoßes gegen religiöse oder gesellschaftliche Verbote (Tabus) sterben. Es ist erdrückendes Beweismaterial dafür vorhanden, daß Menschen wie die Melanesier infolge des Glaubens, das Opfer feindlichen Zaubers zu sein oder bewußt oder unbewußt gegen ein religiöses Verbot verstoßen zu haben, erkranken und im Verlauf weniger Stunden oder Tage sterben. Wenn Leute, die Interesse am Leben haben und nicht zu sterben wünschen, in kurzer Zeit bloß infolge eines Glaubens getötet werden können, wie viel leichter ist es dann, zu begreifen, daß sie das Opfer eines krankhaften Einflusses werden können, der auf den Körper wie auch auf den Geist wirkt. Die weitgehende Beeinflußbarkeit des Körpers durch den Geist bei Melanesiern und anderen tiefstehenden Völkern führt dazu, den Verlust des Lebensinteresses als vornehmlichste Ursache ihres Aussterbens aufzufassen."

Eine starke Lebenskraft haben die Bewohner jener melanesischen Inseln bewahrt, die noch nicht von Europäern betreten wurden, oder wo dem Eindringen derselben bisher erfolgreich widerstanden wurde, aber auch die Bewohner der Inseln, die das Christentum nicht nur äußerlich angenommen haben, was darauf zurückgeführt wird, daß der neue Glaube den Menschen auch neue Lebensinhalte gebracht hat.

Von Dr. Rivers aufgezeichnete Stammbäume bringen klar zum Ausdruck, daß neben der vermehrten Sterblichkeit eine verringerte Geburtenhäufigkeit an dem Aussterben der Melanesier schuld trägt. Auf der Eddystone-Insel, wo die ganze Bevölkerung in Dr. Rivers Untersuchung einbezogen werden konnte, betrug die relative Zahl der kinderlosen Ehen in der ersten Generation 19,4 %, in der zweiten 46,1 % und in der dritten 52,7 %. Die Ehen mit 3 oder mehr Kindern betrugen in der ersten Generation 37,1 % der Gesamtzahl, in der zweiten 22,2 % und in der dritten 5,5 %, wobei in der zweiten Generation die Kinderzahl in 2,7 % und in der dritten in 9,1 % der Ehen noch zweifelhaft ist. Während von den Kindern der ersten Generation nur 6,4 % der Knaben und 4,5 % der Mädchen jung starben, waren die entsprechenden Zahlen für die dritte Generation 31,1 und 14,8 %. Ganz ähnliche Verhältnisse wurden auf Vella Lavella aufgedeckt. Auf beiden Inseln bestehen keine der Einflüsse, denen das Aussterben der Naturvölker gewöhnlich zugeschrieben wird. Aber „niemand könnte lang auf Eddystone sein, ohne zu merken, wie sehr dem Volk das Lebensinteresse mangelt und wie jedes Streben geschwunden ist. Dieser Interessemangel ist größtenteils auf die Unterdrückung der Kopfjägerei seitens der britischen Regierung zurückzuführen. Dieser Brauch bildete den Mittelpunkt einer sozialen und religiösen Einrichtung, die das ganze Leben des Volkes beherrschte", nämlich des Ahnenkults. Auch mit der wirtschaftlichen Tätigkeit stand die Kopfjägerei in mancherlei Beziehung, sie diente als Anregung zum Schiffbau, wie auch zum Gartenbau und der Schweinezucht; so wie sie beseitigt war, waren auch die Antriebe zu diesen Tätigkeiten geschwunden. Die Unlust am Leben veranlaßt diese Inselbewohner zu freiwilliger Kinderlosigkeit, oft auch zur Ehelosigkeit. Rivers macht Vorschläge, die bezwecken, die traditionellen Einrichtungen und Bräuche der Naturvölker, die mit unseren Auffassungen von Menschlichkeit oder Sittlichkeit nicht vereinbar sind, so zu modifizieren, daß das Anstößige ausgemerzt wird, ohne damit die religiösen und sozialen Grundlagen des Lebens der Völker selbst zu zerstören. Ob solche Abänderungen praktisch möglich sind, ist aber doch sehr fraglich. Die übrigen Aufsätze des Buches enthalten gleichfalls mancherlei Anregungen betr. die Verhütung des Aussterbens von Naturvölkern. H. Fehlinger.

Bücherbesprechungen.

Hauser, G., Die Damaster-Coptolabrus-Gruppe der Gattung Carabus. Sonderabdruck aus „Zoologische Jahrbücher". Abt. f. Systematik. 45. Band. 1921. Mit 10 Tafeln in Lichtdruck u. 1 lithogr. Tafel. 394 Seiten. 140 M.

Die Arbeit von Hauser behandelt wohl eine der schönsten Gruppen der Laufkäfergattung Carabus, denn die ansehnlichen im ostasiatischen Gebiete beheimateten Käfer der Coptolabrusgruppe zeichnen sich zum großen Teil durch wahrhaft blendende Färbungen und prächtigen Metallglanz aus. Der Verf., der als einer der besten Kenner dieser Abteilung gelten kann, hat, gestützt auf seine langjährigen Erfahrungen, eine monographische Übersicht über die hierhin gehörenden Formen gegeben und geht in dem einleitenden Teil auch auf verschiedene Fragen ein, die von allgemeinerem Interesse sind. So werden in bezug auf die hier in Rede stehenden Käferarten die Verschiedenheiten in Form und Färbung, Rückschlagserscheinungen, die Einwirkung klimatischer Bedingungen, Nahrung und Vorkommen der betreffenden Tiere, die Stellung der einzelnen Arten zueinander und ähnliches erörtert, ebenso wie die Fassung des Artbegriffs, die Abgrenzung der Varietäten und Aberrationen behandelt sind. Das Alter der zur Coptolabrusgruppe gehörenden Formen ist dem Verfasser zufolge als ein ziemlich hohes anzusehen, er glaubt aus bestimmten Gründen annehmen zu können, daß ihre Entstehung noch vor dem Tertiär stattgefunden haben muß und wahrscheinlich in die Triasperiode verlegt werden kann. Der umfangreiche spezielle Teil mit seinen sorgfältig ausgearbeiteten analytischen Tabellen und Kennzeichnungen der einzelnen Arten ist vorwiegend für den Fachentomologen von Wichtigkeit. R. Heymons.

Wissler, Clark, The American Indian. An Introduction to the Anthropology of the New World. XXI u. 474 Seiten. New York 1922, Oxford University Press, American Branch.

Die Spezialliteratur über die Indianer Amerikas ist zwar ungemein reichhaltig, aber Wisslers Buch ist die einzige umfassende Darstellung des Gesamtgebietes der Ethnologie, Urgeschichte und Somatologie der einheimischen Bevölkerung beider Amerika. Am gründlichsten erforscht sind die Indianer der Vereinigten Staaten und Canadas, weshalb sie auch in weiterem Umfange berücksichtigt werden als jene Lateinamerikas. Die Abschnitte 1 bis 13 betreffen die indianische Eigenkulten, die in scharfem Gegensatz zu jener der alten Welt steht. Es sei nur bemerkt, daß der indianischen Wirtschaft Pflug und Zugtiere fremd sind, die Bodenbewirtschaftung hatte ausschließlich die Form des Hackbaues. Die von Asien einwandernden Vorfahren der Indianer brachten aus ihrer Heimat wohl Elemente primitiver Kultur mit, doch die Hochkulturen der Azteken und Inka sind auf amerikanischem Boden selbst erwachsen. Weitere Abschnitte behandeln die urgeschichtliche Einteilung der indianischen Kulturen, die Zeitfolge der Kulturen und die sprachliche Gliederung. Der Somatologie ist Kapitel 18 gewidmet (S. 324—358), in dem auch die Herkunft der Indianer und ihre Beziehungen zu den Menschen der alten Welt in scharfsinniger Weise erörtert werden. Dann folgen noch Abschnitte über die Theorien der Kulturentwicklung und die Besonderheiten der indianischen Kultur, von denen so manches Stück zur Bereicherung unseres eigenen Kulturbesitzes gedient hat. Nicht berücksichtigt blieb die Kriegführung, weil über sie das lesende Publikum am besten unterrichtet ist und auch weil bereits einige ausführliche Schriften über diesen Gegenstand vorliegen (Baudelier, Friederici). Sehr zum Vorteil gereicht dem Buche Übersichtlichkeit sowie klare allgemeinverständliche Schreibweise. H. Fehlinger.

Scherzer, Hans, Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. 2. Teil: Die Juralandschaft. 1. Bd. Mit zahlreichen Profilen, Naturaufnahmen und einer geologischen Tabelle. 191 S. Nürnberg 1922, Lorenz Spindler.

Dem auf S. 159 dieser Zeitschrift angezeigten Teil des Scherzerschen Buches ist jetzt der 1. Band des 2. Teiles gefolgt. Er behandelt die „Fränkische Alb" und zwar von den Neumarkter Bergen bis zum Staffelberg. Auch dieser Band ist wertvoll wegen der zahlreichen geologischen Profilaufnahmen, der Fossilien- und Pflanzenlisten. Da die Schriften von Gümbel, Schlosser, Reuter u. a., die sich in neuerer Zeit mit der Geologie des Frankenjura beschäftigt haben, nur schwer zugänglich sind, ist es ein großes Verdienst des Buches, wenn es die Ergebnisse dieser Forscher in allgemein verständlicher Form einem größeren Leserkreis zugänglich macht. Übrigens enthält der Band wieder eine Anzahl eigener Beobachtungen des Verf. besonders auf botanischem Gebiet. Marzell.

Inhalt: A. Radovanovitch, Mathematik und Wirklichkeit. S. 625. — Einzelberichte: A. Padtberg, Die Wahrheit über Behringers Lithographia Wirceburgensis. S. 628. H. Tiedje, Gegen die „Pubertätsdrüse". S. 629. Rivers, Aussterben der Naturvölker. S. 630. — Bücherbesprechungen: G. Hauser, Die Damaster-Coptolabrus-Gruppe der Gattung Carabus. S. 632. Cl. Wissler, The American Indian. S. 632. H. Scherzer, Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durch Frankenland. S. 632.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 19. November 1922. | Nummer 47.

Die Vitülhypothese Arthur Meyers.[1])

Von Dr. **Fritz Jürgen Meyer**, Braunschweig.

Mit 14 Abbildungen.

[Nachdruck verboten.]

Die Frage nach der Zusammensetzung der lebenden Substanz hat schon die Naturforscher des Altertums beschäftigt. Hippokrates z. B., der berühmteste Arzt des Altertums — er wurde 460 v. Chr. auf der Insel Kos geboren und starb 377 zu Larissa in Thessalien —, stellte sich vor, daß der menschliche Körper aus einem Gemisch bestehe, das aus Blut, Schleim und Galle in bestimmtem Verhältnis zusammengesetzt sei. Die Alchymisten des Mittelalters glaubten sogar, dem Geheimnis der lebenden Substanz schon so weit auf der Spur zu sein, daß sie jeden Tag hofften, der Homunculus, das ideale Ziel ihrer Forschungen, könne fertig aus einer ihrer Retorten hervorsteigen und ihnen verkünden, daß sie selbst gottähnliche Schöpfer seien. Dürfen wir auf diese Leute mit Spott zurückblicken? Keineswegs! Es war das Bestreben aus der damaligen Zeit geboren, und niemand ahnte die Schwierigkeiten der gestellten Probleme, jeder ging mit Feuereifer und heiligem Ernst an die Arbeit, die uns jetzt lächerlich erscheinen mag. Und haben wir uns denn überhaupt von der naiven Auffassung der Alchymisten schon so lange frei gemacht? Es ist doch wohl kein wesentlicher Unterschied, ob ein Alchymist den Homunculus entstehen lassen will oder ein Naturforscher des 19. Jahrhunderts lebende Substanz schaffen will. Aber eins ist allen vorzuhalten: sie wußten nicht, was die lebende Substanz ist, wie sie sich zusammensetzt, und doch sollte sie bei ihren Versuchen entstehen.

Der erste Fortschritt, der aus diesem „alchymistischen Stadium" herausführte, war die Entdeckung Schleidens, daß sich innerhalb der Zellwandungen außer der Zellflüssigkeit noch „Pflanzenschleim" oder nach der Bezeichnung Mohls „Protoplasma" befinde. Daß dieses Protoplasma der wesentliche Bestandteil einer lebenden Zelle ist, entdeckte jedoch erst Max Schultze in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts im Anschluß an seine Untersuchungen der Rhizopoden.

Und auf diesen Grundlagen baute sich dann die weitere Erforschung der lebenden Substanzen auf. Man wußte jetzt, wo die chemische Analyse einsetzen mußte, und ging eifrig ans Werk. Jedoch ein trübes Mißgeschick verfolgt den Chemiker, wenn er das Plasma untersuchen will. Den bitteren Spott des Mephistopheles muß er sich gefallen lassen:

„Wer will was Lebendig's erkennen und beschreiben,
Sucht erst den Geist heraus zu treiben,
Dann hat er die Teile in seiner Hand,
Fehlt leider nur das geistige Band.
Encheiresin naturae nennt's die Chemie,
Spottet ihrer selbst und weiß nicht wie."

Aber daran läßt sich einstweilen leider nichts ändern; wir müssen mit dem zufrieden sein, was uns die chemische Analyse und die mikrochemischen Reaktionen ermöglichen. Und was ist das? Zwei Zitate aus neuesten Lehrbüchern mögen uns Auskunft geben. Das Bonner Lehrbuch der Botanik enthält in der Auflage von 1917 die Angabe: „Die Teile des Protoplasten sind nicht ein einheitlicher chemischer Körper, sondern bestehen aus einem Gemische einer großen Zahl chemischer Verbindungen. . . . Die wichtigsten Bestandteile in diesem Gemische sind die Eiweißkörper. . . . Und zwar ist in dem lebenden Plasma eine ganze Reihe von Eiweißkörpern aufgefunden worden. . . . Außerdem enthält das Protoplasma wohl stets Spaltungsprodukte der Eiweiße, vor allem Amide; außerdem Enzyme, Kohlehydrate und in feiner Emulsion Lipoide, wie Fette, Lezithine und Phytosterine; ferner unter Umständen Alkaloide, Glykoside. Daß auch Mineralstoffe im Protoplasma nicht völlig fehlen, geht daraus hervor, daß es Asche hinterläßt." Es wird hier ausdrücklich gesagt: „in dem lebenden Plasma", in der Tat handelt es sich aber nur um getötetes Plasma. Ein zweites Zitat möchte ich aus der zoologischen Literatur anfügen, aus dem erst 1919 erschienenen „Grundriß der Zoologie" von Steche: „Zwar kennen wir auch jetzt noch nicht den Aufbau der lebenden Substanz, wir sind aber in der Lage, darüber einige wichtige Aussagen zu machen. Die erste lautet dahin, daß das Material, an dem sich die Lebensprozesse abspielen, sich aus den gleichen chemischen Elementen aufbaut, wie die uns umgebende, sog. unbelebte, anorganische Natur. Ein Unterschied liegt nur in der Komplikation der Zusammensetzung der Verbindungen in den Organismen. Die zweite, noch wichtigere Feststellung ist die, daß die Vor-

[1]) Nach einem 1921 in der botanisch-zoologischen Abteilung des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig von mir gehaltenen Vortrage gestatte ich mir, die nachfolgende Darstellung der Vitülhypothese meines leider jüngst inmitten seiner wissenschaftlichen Tätigkeit verstorbenen, hochverehrten Lehrers weiteren Kreisen darzubieten. Die Hypothese war bisher nur in A. Meyers „Morphol. u. physiol. Analyse der Zelle" (Fischer, Jena 1920) veröffentlicht. Die hier beigefügten Abbildungen entstammen diesem Werke.

gänge im lebenden Organismus, soweit sie bisher analysiert sind, den gleichen physikalischen und chemischen Gesetzen gehorchen, wie die anorganische Welt. Im besonderen gelten auch hier die Gesetze von der Konstanz der Materie und der Energie, die Gesetze der Thermodynamik usw. Man kann also auf den Gebieten, welche physikalischer und chemischer Untersuchung zugänglich sind, keinen qualitativen, sondern nur einen quantitativen Unterschied der organischen von der anorganischen Welt feststellen." An anderer Stelle sagt Steche dann noch: „Zusammenfassend können wir also das Protoplasma definieren als eine Substanz von sehr komplizierter Zusammensetzung aus labilen organischen Verbindungen in kolloider Lösung."

Überblicken wir solche Auseinandersetzungen, so sehen wir, daß also die Annahme vom lebenden Eiweiß gewissermaßen zum Dogma[1]) geworden ist; jeder glaubt es, und keiner hat es bewiesen, keiner wohl überhaupt daran gedacht, daß der Satz noch eines Beweises bedürfe.

Da trat im Winter 1914/15 Arthur Meyer in einer Sitzung der Marburger Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften mit der Hypothese auf: „Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe." Als ergastisch bezeichnet Arthur Meyer diejenigen Stoffe und Gebilde in einer Zelle, welche nicht zur Substanz eines Organs der Zelle, also des Zytoplasmas, des Zellkerns oder der Chloroplasten gehören, sondern von der Zelle erarbeitet sind und neu entstehen können; sie sind entweder Einschlüsse oder Ausscheidungen des Protoplasten, und eine Konsequenz dieser Tatsachen ist, daß sie im Gegensatz zu dem Protoplasten tot sind. Die obige These sagt also aus: Alle Eiweißkörper sind tot!

Mit dieser Behauptung, die so vollkommen dem allgemein stillschweigend Anerkannten widersprach, stieß Arthur Meyer selbstverständlich vielerseits auf harten Widerstand; jedoch konnte er immerhin zeigen, daß seine zwar auch nicht sicher bewiesene Hypothese viel besser gestützt ist als die Hypothese, daß sich die Moleküle der Eiweißkörper am Aufbau der lebenden Substanz selbst beteiligen, wofür überhaupt nicht die geringsten Beweise vorliegen.

Aber woran läßt sich denn erkennen, ob ein Stoff ergastisch ist oder zum lebenden Protoplasten gehört? Arthur Meyer stellt dafür folgende Kriterien auf:

1. ist der Beweis für die ergastische Natur eines Stoffes erbracht, wenn er in einem Organ einer Zelle, in dem er zuvor völlig gefehlt hat, neu auftritt,

2. wenn er in einem oder mehreren nacheinander angewandten Reagentien, welche erfahrungsgemäß Organsubstanz nicht zu lösen vermögen, völlig löslich ist (Osmiumsäurelösung, Äther, Alkohol usw.),

3. wenn er nachweislich nur aus chemischen Substanzen besteht, wobei es freilich leicht unsicher bleibt, ob wir die Analyse völlig durchführen können, und

4. wenn sich zeigen läßt, daß er kristallisiert, denn Kristalle sind stets nur aus Molekülen chemischer Substanzen aufgebaut.

Die so charakterisierten ergastischen Stoffe können in den Organen, in denen sie enthalten sind, gelöst sein (ergastische Organstoffe) oder sie treten in Gestalt von besonderen ergastischen Gebilden auf; solche Gebilde können innerhalb der Zelle geteilt werden, sich bewegen und sich chemisch und färberisch verändern.

Und nun können wir an die Frage herangehen, ob tatsächlich alles Eiweiß ergastisch ist. Zunächst sei darauf hingewiesen, daß nach Angaben von Sachs über Parenchymzellen (1862) und von Sosnowski über Paramäcium (1900) Eiweißkörper in der lebenden Substanz unter Umständen fehlen können, Angaben, welche Arthur Meyer übrigens nur mit Vorbehalt zitiert. Zuverlässiger spricht gegen das Dogma vom lebenden Eiweiß die Tatsache, daß von Wasser durchtränkte Sporen von Bacillus subtilis bei 80° 75 Stunden, bei 100° 3 Stunden und bei 110° über eine halbe Stunde leben können; das wäre ja doch nicht möglich, wenn Eiweiß am Aufbau der lebenden Substanz beteiligt wäre, da dann die Tötung des Plasmas in ähnlicher Weise von der Temperatur abhängig sein müßte wie die Koagulation der Eiweißkörper.[1]) Dies sei vorausgeschickt, um zu zeigen, daß der Versuch, die ergastische Natur aller Eiweißkörper nachzuweisen, nichts Absurdes ist.

Eiweißkörper können in den pflanzlichen und tierischen Zellen in verschiedener Form vorkommen, zunächst als Kristalle. Diese sind nach den zitierten Kriterien selbstverständlich ergastisch. Außerdem ist aber auch die Kristallisation von einigen anderen Eiweißkörpern gelungen, so von verschiedenen Albuminen und Globulinen, sowie Hämoglobinen.

Um die ergastische Natur der in den Zellen auftretenden Eiweißkristalle noch besonders zu bestätigen, hat Arthur Meyer die Sprosse von Phyllocactus phyllanthoides genau untersucht, ferner die Fruchtknotenepidermis von Campanula trachelium. Es zeigte sich, daß die Eiweißkristalle des Protoplasten in

[1]) Daß ich mit diesem Ausdruck keineswegs zuviel gesagt habe, beweist ein Satz in einem erst vor einigen Wochen erschienenen Buche von Prof. F. W. Fröhlich (Bonn): „Grundzüge der Physiologie". Der Verf. schreibt: „Es ist ein Satz von grundlegender Bedeutung, daß die lebende Substanz aus den gleichen chemischen Elementen aufgebaut ist wie die leblose Natur...." Und später: „... die wichtigsten Baustoffe der lebenden Substanz, nämlich die Eiweißkörper, Kohlehydrate und Fette..."

[1]) Anm. d. Red. Ob die in Wasser suspendierten Sporen des Heubazillus wirklich „von Wasser durchtränkt" sind, ist fraglich, weshalb dies Argument keine volle Beweiskraft beanspruchen kann.

der gleichen Weise wie andere Eiweißkristalle wachsen und von den Zellen auch restlos wieder gelöst werden können. Es handelt sich somit also tatsächlich um ergastische Gebilde, und zwar Gebrauchsgebilde, die bei Überfluß an Nährstoffen abgelagert werden, bei eintretendem Nährstoffmangel jedoch wieder gelöst und zum Wachstum teilchen, „welches mit unbewaffnetem Auge nicht, wohl aber mit dem Mikroskope erkannt werden kann, also größer als 0,09 Mikromillimeter ist". Die Allinante sind „nichtkristallinische, weiche ergastische Eiweißante des Zytoplasmas, welche aus Eiweißkörpern bestimmter chemischer Reaktion, aus Allin, bestehen". Die Allinante sind in

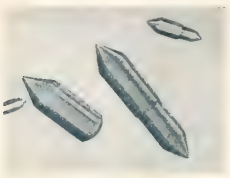


Abb. 1. Von Gürber hergestellte große Kristalle des Serumalbumins. 100fach vergr.

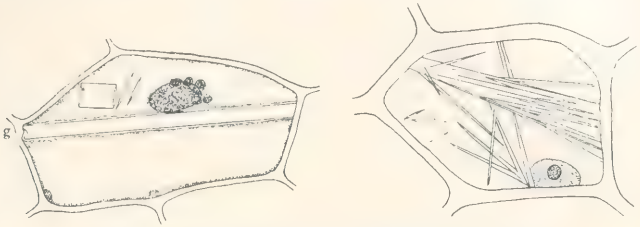


Abb. 2 u. 3. Epidermiszellen des Kladodiums von Phyllocactus phyllanthoides mit einem Eiweißkristall (g) und einem Nadelbüschel aus Eiweißkristallen.

Abb. 4. Zellkerne aus der Fruchtknotenepidermis von Campanula trachelium mit Eiweißkristallen; a—e lebend, f mit Pepsin behandelt. 900fach vergr.

Abb. 5. Allinante und Leukoplasten aus den Parenchymzellen der Zwiebelschuppen von Allium cepa. Gefärbt nach Mewes. 2000fach vergr.

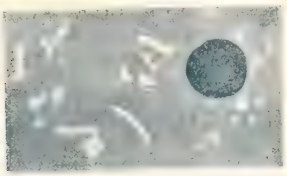


Abb. 6. Allinante und ein Chloroplast von Mesembryanthemum linguiforme, lebend. 2100fach vergr.

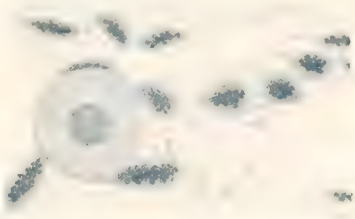


Abb. 7. Teil einer Assimilationszelle des Protonemas von Polytrichum commune mit Kern (mit großem Nukleolus), stärkekornhaltigen Chloroplasten und stäbchenförmigen und rundlichen Allinanten, mit Jod-Osmiumsäure behandelt. 2000fach vergr.

und zur Arbeit der Zelle verbraucht werden können. (Derartige Eiweißkristalle kommen in allen Organen der Zellen vor, im Zytoplasma, im Kern und in den Chloroplasten.)

Die zweite wichtige Gruppe von Eiweißkörpern in lebenden Zellen sind die „Allinante". Unter einem „Ant" versteht Arthur Meyer ein Massen- der Regel sehr kleine Gebilde; die größten bisher beobachteten sind stäbchenförmige Ante von 16 μ

Länge. Wie sich z. B. an den durch schwache Plasmaströmungen verursachten Krümmungen der stabförmigen Allinante von Allium cepa erkennen läßt, sind sie weiche, plastische Massen. Daß sie tatsächlich ergastischer Natur sind, erhellt aus den Untersuchungen Scherrers an dem Lebermoose Anthoceros. Dort sind nämlich die Allinante in der Scheitelzelle des Thallus nicht vorhanden, jedoch treten sie dort, wo die Grenzen der Scheitelzellen sich verwischen, neu auf. Ebenso sind die Sporenmutterzellen von Anthoceros frei von Allinanten.

Für die Annahme, daß die Allinante Reservestoffe sind, sprechen eine Reihe von Tatsachen. Zunächst treten sie besonders an solchen Stellen in den pflanzlichen Geweben auf, wo man die Ansammlung von Reservestoffen erwarten kann; ferner ist ihr Vorkommen im Pflanzenreich dort festgestellt, wo gewisse andere Reservestoffe fehlen; z. B. Allin und Volutin schließen sich gegenseitig aus, auch pyrenoidführende Algen sind frei von Allinanten. Wenn dagegen eine Abnahme des Allins in verdunkelten Blättern nicht erzielt werden konnte, so liegt das wohl daran, daß Eiweiß in hungernden Blättern überhaupt lange Zeit unberührt bleibt. Bei Polygonatum latifolium ließ sich im Gegensatz zu dieser Tatsache im Ende des austreibenden Rhizoms eine deutliche Abnahme des Allins feststellen.

In der älteren Literatur sind die Allinante allgemein als Chondriosomen und Mitochondrien bezeichnet. Es ist diesen Chondriosomen auch die Fähigkeit zugeschrieben, sich durch Teilung zu vermehren und sich in andere Gebilde, insbesondere in Chromatophoren umzugestalten. Beides entspricht jedoch nicht den Tatsachen und ist in Wirklichkeit auch von niemandem beobachtet. Vielmehr sind die Mitochondrien und Chondriosomen stets Allinante oder kleine Vakuolen oder kleine Chromatophoren gewesen. Und so erklärt sich auch eine Reihe verschiedenster Angaben, wie z. B. die, daß Mitochondrien Stärke bilden und ergrünen können, andererseits, daß in ihnen Anthozyan entstehen könne.

Die Mitochondrien der tierischen Zellen sind von Arthur Meyer zwar nicht selbst untersucht, aber auf Grund der kritischen Durchsicht der diesbezüglichen Literatur schließt er: „Die Eigenschaften der von Benda, Meves und Duesberg zu den Chondriosomen gestellten Gebilde der tierischen Zelle stehen nicht im Widerspruch mit der Annahme, daß Allinante und Chondriosomen analoge Gebilde seien." Das heißt also: Auch die tierischen Chondriosomen sind ergastisch.

Die ergastische Natur Aleuronkörner, die ja auch beträchtliche Massen von Eiweißkörpern repräsentieren, ist zur Genüge dadurch bewiesen, daß die Aleuronkörner aus Zellsafttropfen entstehen und bei der Samenkeimung wieder aufgelöst werden.

Der nächste Eiweißkörper, dem in dem Arthur Meyerschen Buche eine besondere Behandlung zuteil geworden ist, ist das Volutin, das vor allem im Zytoplasma, aber auch in den Chromatophoren gewisser Pflanzengruppen vorkommt. Es findet sich bei wahrscheinlich allen Pilzklassen, bei Cyanophyceen, Euglenen, Diatomeen und manchen Chlorophyceen, Phaeophyceen und Rhodophyceen. Auch im Tierreich ist es gefunden, beispielsweise bei Protozoen und einigen Säugetieren.

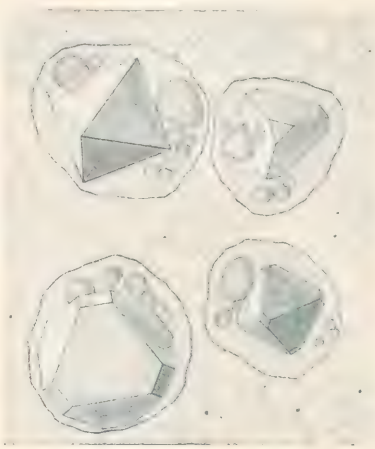


Abb. 8. Vier im Zytoplasma des Endosperms liegende Aleuronkörner von Ricinus communis, nach Behandlung mit absolutem Alkohol, Wasser, Osmiumsäure, Methylviolett. Die Aleuronkörner sind durchsichtig geworden, die Öltröpfchen des Zytoplasmas sind herausgelöst.

Daß die Volutinante ergastische Gebilde sind, ergibt sich aus der Tatsache, daß sie in zuvor freien Zellen neu entstehen können, während gewisser Entwicklungsvorgänge (wie der Sporenbildung) aber wieder gelöst werden.

Schließlich die letzten wichtigen Eiweißante der Zellen sind die Nukleolen der Zellkerne (Abb. 7 u. 9). Nukleolen kommen wohl in allen Pflanzenspezies vor, auch in allen Zellarten, ab-

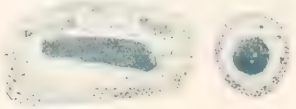


Abb. 9. Kerne mit großen Nukleolen aus dem jungen Zentralzylinder der Wurzel von Galtonia candicans.

gesehen von den männlichen Geschlechtszellen, wofern solche überhaupt in der betreffenden Spezies differenziert sind. Da die Nukleolen Reservestoffe sind, so ist dies nicht verwunderlich: denn allgemein werden in den Eizellen soviel Reservestoffe aufgespeichert, daß die männlichen Zellen

reservestofffrei bleiben können. Die Nukleolen treten in den einzelnen Kernen in verschiedener Anzahl auf, gewöhnlich sind es 1—3, zuweilen auch mehr, so bei Lilium Martagon bis 30; ihre Größe schwankt von der unteren Grenze der Sichtbarkeit bis zu 5 μ. Daß sie mehr oder weniger zähflüssig sind, geht daraus hervor, daß sie sich beim Durchwandern der Sterigmen der Basidiomyzeten stark deformieren.

Daß die Nukleolen rein ergastische Gebilde sind, wird jetzt wohl allgemein angenommen; schon 1891 hat Korschelt diese Auffassung einmal ausgesprochen, und die neueren Untersuchungen von Arthur Meyer und Kiehn haben die Richtigkeit der Annahme bestätigt. In der Tat sind die Nukleolen rein ergastische Gebilde, die im Zellkern völlig neu gebildet und vollständig gelöst werden können. Sie bestehen aus Eiweißstoffen, welchen unter den makrochemisch bekannten Eiweißstoffen die Nukleoproteide mikrochemisch am meisten gleichen. Es ist wahrscheinlich, daß die Eiweißstoffe der verschiedenen Nukleolen einer chemischen Gruppe angehören, wenn sie auch wohl unter sich so verschieden sein können wie die Globoide der verschiedenen Samen. Einstweilen müssen sie als Kernkörpereiweiße bezeichnet werden.

Die Versuche, welche bestätigten, daß die Nukleolen ergastisch sind und zwar Reservestoffe, waren teils Hungerversuche, teils handelte es sich um die Untersuchung der verschiedenen Organe und Gewebe während der normalen Entwicklung. Bemerkenswert ist, daß an Kiehns Versuchspflanze Galtonia große Nukleolen dort auftreten, wo keine oder nur kleine Eiweißkristalle vorkommen, und umgekehrt. Die frühzeitige Auflösung der Nukleolen und Eiweißkristalle bei der Kernteilung ist vielleicht — abgesehen davon, daß die Stoffe wohl zum Teil bei der Kernteilung verbraucht werden — vorteilhaft, weil beide Gebilde wohl bei der Ausbildung und Bewegung der Kernteilungsfigur stören. Im übrigen scheint es, als ob das Kernkörpereiweiß vorzüglich auch beim Wachstum des ganzen Protoplasten verwendet wird.

Gegen diese Auffassungen sagen die für die tierischen Zellen bekannten Tatsachen nichts aus, im Gegenteil, einige können sogar als besondere Stützen herangezogen werden. So sind analog den an Pflanzen ausgeführten auch an Tieren Hungerversuche angestellt; und in besonderen Zellarten sind besonders große Nukleolen gefunden, die offenbar als Reservestoffe zu betrachten sind, z. B. Eizellen.

Hiermit wäre nunmehr die Reihe ergastischen Eiweißante erschöpft; es findet sich jedoch außerdem in dem Protoplasten noch eine beträchtliche Menge von Eiweißstoffen in amikroskopisch feiner Verteilung. Diese Stoffe könnten ja nun am Aufbau der lebenden Substanz beteiligt sein! Wir wollen sehen, wie sich Arthur Meyer zu dieser Frage stellt.

„Es läßt sich nun in der Tat zeigen, daß die zur Gewohnheit gewordene Anschauung, die Eiweißkörper dienten für den Aufbau der vererbbaren Struktur der Zelle, irgendwelche Beweise nicht vorliegen, und daß es sogar viel wahrscheinlicher ist, daß die Eiweißkörper keine Bausteine der lebenden Substanz sind, sondern ausschließlich ergastische Stoffe. Die kritische Durchsicht der makrochemischen Untersuchungen über die Zusammensetzung der Organe des Protoplasten ... zeigt uns, daß die Arbeiten keinen Beweis für die Beteiligung der Eiweißkörper am Aufbau der lebendigen Substanz enthalten. Ferner zeigt die kritische Durchsicht der chemischen Arbeiten, daß die von den Chemikern aus pflanzlichen und tierischen Zellen gewonnenen Eiweißkörper sicher zum allergrößten Teil von ergastischen Gebilden der Zellen stammen, und daß es in ganz wenigen Fällen zweifelhaft bleibt, ob es so ist oder nicht."

Besondere Schwierigkeiten macht die Erledigung dieser Frage bei den Nukleoproteiden. Die Meinung, daß die Nukleinsäure zu den wichtigsten Bausteinen der Substanz des lebenden Zellkernes gehört, ist verbreitet. Kossel z. B. schreibt, daß die Nukleinsäure nur in dem Zellkern vorkomme und ihn besonders charakterisiere. Diese Angaben sind jedoch nicht richtig. Nukleinsäure scheint sich auch im Zytoplasma und in ergastischen Gebilden zu finden. So z. B. scheint das im Plasma vorkommende, in den Zellkernen dagegen fehlende Volutin eine Nukleinsäureverbindung zu sein. Andererseits hält Arthur Meyer es für ausgeschlossen, daß eine einzelne chemische Verbindung, die so massenhaft vorkommt wie die Nukleinsäure, die so überaus kompliziert gebaute Zellmaschine aufzubauen imstande sei. Daß die Nukleoproteide ergastische Substanzen sind, dafür spricht auch das, was wir von der Verteilung der wichtigsten Reservestoffe in den Organen der Zelle wissen: Im Zytoplasma sind stets Kohle-

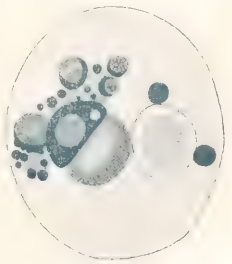


Abb. 10. Kern aus dem Ei einer Patella-Spezies mit Nukleolen.

hydrate, meist auch Fette enthalten, in den Chromatophoren Kohlehydrate und Eiweiß. Den Kernen fehlen dagegen Fette und Kohlehydrate, nur Eiweißkristalle kommen hier und da als ergastische Gebilde vor. Da ist doch nun nichts wahrscheinlicher, als daß die Nukleoproteide die ergastischen

Substanzen sind, welche eine ähnliche Rolle in den Kernen spielen, wie die Fette und Kohlehydrate in den übrigen Organen der Zelle. Ferner sind die Nukleinsäureverbindungen in wachsenden Organen in größeren Mengen vorhanden. Es ist nun aber nicht nötig, daß die Nukleinverbindungen erheblich angegriffen werden, wenn ein Organismus hungert. Man kann zwar aus dem schnellen Verschwinden einer Substanz im Hungerzustande schließen, daß sie ein Reservestoff ist, aber nicht aus dem langsamen Verbrauch, daß sie kein Reservestoff ist; denn sie könnte ja etwa für den Betrieb der nicht wachsenden Zelle unwichtig sein und nur für den Aufbau neuer Organe des Protoplasten gebraucht werden. Wichtig ist schließlich auch noch, daß Fälle bekannt sind, in denen den Chromosomen des Zellkernes Nukleinsäure fehlt. Insgesamt dürfen wir also wohl annehmen, daß für die Ansicht, die Nukleinsäureverbindungen seien am Aufbau der lebenden Substanz beteiligt, nicht der geringste Beweis vorliegt, daß aber die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, daß die Nukleinsäureverbindungen ergastische Substanzen sind.

Überblicken wir das Gesagte nochmals, so dürfen wir nunmehr wohl mit einigem Rechte sagen, daß alle Eiweißkörper ergastisch sind. Arthur Meyer nennt daher die im Plasma gelösten Verbindungen ergastische Organstoffe.

Es könnten hiergegen zwar noch immer Einwendungen gemacht werden. Jedoch ich erinnere zunächst an die schon erwähnte Widerstandsfähigkeit der lebenden Substanz in Bakteriensporen gegen hohe Temperaturen.

Es könnte auch die Tatsache, daß bei serologischen Untersuchungen die Gleichheit, Ähnlichkeit und Verschiedenheit der in den Spezies enthaltenen Eiweißkörper den Grad der morphologischen Verwandtschaft der Spezies bis zu einem gewissen Grade wiederspiegelt, als Gegenbeweis herangezogen werden. Jedoch haben auch die sicher ergastischen Stoffe der ergastischen Gebilde (wie der Aleuronkörner) ganz den gleichen verwandtschaftsdiagnostischen Wert.

Merkwürdig ist auch, daß die Pflanze die Moleküle des Sameneiweißes bei der Keimung der Samen stets sehr weitgehend zerspaltet, viel weitgehender, als es zum Zweck der Wanderung nötig ist. Vielleicht geschieht dies wegen des damit verbundenen Energiegewinnes.

Schließlich ließe sich gegen die Arthur Meyersche Hypothese noch einwenden, daß in ausgehungerten Geweben auch nach dem Tode noch Eiweiß vorkommt. Da aber durch den Atmungsprozeß zuerst die Kohlehydrate verzehrt werden und erst zuletzt die Eiweißkörper, so ist es selbstverständlich, daß einzelne Zellen der Gewebe aus Mangel an Reserven zugrunde gehen und den Tod der Gewebe bedingen, ehe alles Eiweiß der Gewebe aufgezehrt ist.

Um ein genaueres Bild von diesen Verhältnissen zu geben, sei es mir gestattet, einige zahlenmäßige Angaben über die Größe des Kerns, der Chromatophoren und des Zytoplasmas in den Palisadenzellen von Tropaeolum maius die ich seinerzeit für Arthur Meyer untersucht habe, anzufügen:

Es beträgt das Volumen (in einer Zelle)

	dunkelgr. Blatt	gelbes Blatt	Abnahme
der reinen Kernsubstanz	53,3 μ^3	32,3 μ^3	38 %
der Gesamtchloroplasten-substanz	493 μ^3	191 μ^3	61 %
des Zytoplasmas	244 μ^3	90 μ^3	63 %
der Nukleolen	2,0 μ^3	2,1 μ^3	0 %

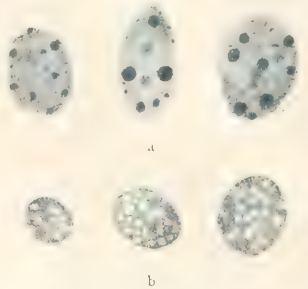


Abb. 11. Kern (a) und Chloroplasten (b) aus den Palisadenzellen des dunkelgrünen Blattes von Tropaeolum maius, nach Benda-Fixage und Heidenhain-Färbung. 2600fach vergr.

Abb. 12. Kerne (a) und Chloroplasten (b) wie in Abb. 11, aber aus gelbem Blatt.

Also beträchtliche Mengen von Eiweiß sind aus den Zellen abgewandert oder verbraucht, die Nukleolen, deren Abbau offenbar besonders schwer für die Zelle ist, sind jedoch noch unberührt geblieben.

Die ergastische Natur der übrigen organischen Verbindungen im pflanzlichen und tierischen Organismus, also die der Kohlehydrate, Fette, der Sekrete, des Kalziumoxalats usw. ist schon längst allgemein anerkannt; auf die Behandlung dieser Stoffe in dem Arthur Meyerschen Werke möchte ich daher nicht mehr näher eingehen. Für unsere heutigen Zwecke, als Grundlage für die Vitülhypothese, genügt das Gesagte vollkommen.

Arthur Meyer ist also zu dem Schlusse gekommen, daß alle organischen Verbindungen, die sich in den lebenden Zellen finden, ergastisch und somit tot sind. Das zwingt ihn nun zu der Annahme, daß außer den Molekülen noch andere Gebilde vorhanden sein müssen. Soweit es für das Verständnis seiner Hypothese

nötig ist, wollen wir hier seinen Überlegungen folgen:

Der Protoplast muß eine höchst kompliziert gebaute Maschine sein. Dafür spricht die ungemein mannigfaltige Reaktionsfähigkeit gegen äußere Agentien und die ungeheuer mannigfaltigen und feinen Auslösungsvorgänge, ferner die Tatsache, daß sich aus jeder Eizelle der Millionen von Organismenspezies stets wieder ein Individuum der gleichen Spezies entwickelt. Und der solche Mannigfaltigkeiten bedingende Bau des Protoplasten ist so fest gefügt, daß der Protoplast seine Arbeitsfähigkeit in gleicher Weise durch Millionen von Jahren beibehält.

Da der Protoplast aus physiologisch homogenen Flüssigkeiten besteht, von denen man Stücke ohne Schädigung der Maschine abtrennen kann — ich erinnere nur an die bekannten Versuche mit dem Trompetentierchen Stentor —, so kann die Maschinenstruktur nicht ein zusammenhängendes System sein, das den ganzen Protoplasten einnimmt, sondern es muß die Maschinenstruktur, durch welche die Leistung des Protoplasten zustandekommt, in jedem der groben Maschinenteile, im Zytoplasma, Zellkern, eventuell auch in den Trophoplasten mehrfach vorhanden sein. Die Gebilde, welche die vererbbare Maschinenstruktur besitzen und in einem einkernigen Protoplasten mehrfach vorhanden sind, nennt Arthur Meyer „Vitüle“:

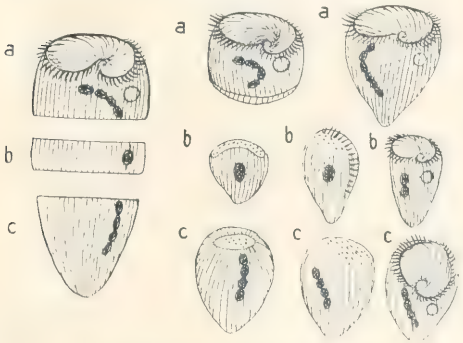


Abb. 13. Regeneration bei einem in 3 Stücke, a, b, c, zerschnittenen Stentor.

In allen Organen sind also neben den Molekülen der ergastischen Substanzen noch Vitüle vorhanden, und zwar, da die Organe verschiedenes leisten, in jedem Organe besondere Vitüle: Zytoplasmavitüle, Kernvitüle, Trophoplastenvitüle. Die Vitüle werden je nach ihrer Lage im Plasma, wenn auch nur äußerst wenig verschieden sein, da Änderungen in der Beschaffenheit ihrer Umgebung geringen Einfluß haben müssen.

Diese Vitüle müssen nun ungemein kleine Gebilde sein. Die Trockensubstanz einer kleinsten Bakterienzelle wiegt $2{,}7 \cdot 10^{-13}$ mg, davon sind mindestens $^3/_4$ ergastisch, also für die Vitüle bleiben höchsten $6{,}75 \cdot 10^{-14}$, und nehmen wir nur 10 Vitüle im Protoplasten an, so würde also ein Vitül höchstens $6{,}75 \cdot 10^{-15}$ wiegen. Damit ist zum mindesten die Größenordnung großer Eiweißmoleküle erreicht (ein Molekül des Hundehämoglobins würde $1{,}4 \cdot 10^{-17}$ mg wiegen). Bei Zugrundelegung des Zellkerns von Pseudomonas olivae (0,04 μ Durchmesser) würden wir noch kleinere Zahlen erhalten.

Trotz der geringen Größe müssen die Vitüle aber ungemein kompliziert gebaut sein, wenn sie die Mannigfaltigkeit der Lebenserscheinungen ermöglichen sollen. Zu einem derart komplizierten Bau kann aber die verhältnismäßig geringe Zahl von Molekülen oder Atomen, welche in einem Vitül enthalten sein könnten, nicht ausreichen. Und somit müssen wir annehmen, daß die Vitüle aus anderen Elementarbestandteilen aufgebaut sind.

Arthur Meyer denkt sich ein Vitül, ähnlich wie ein Atom als ein System von in Bewegung begriffenen Elektronen aufgefaßt wird, als ein sehr kompliziertes bewegtes System von kleinsten Realitäten, die er Mionen nennt. Während die Masse eines Elektrons etwa 2000 mal kleiner als die eines Wasserstoffatoms ist, müßte seiner Meinung nach ein Mion wohl mehr als 2000 mal weniger Masse besitzen als ein Elektron, wenn die Mionen zum Aufbau eines so komplizierten Systems brauchbar sein sollen, wie es ein Vitül sein muß.

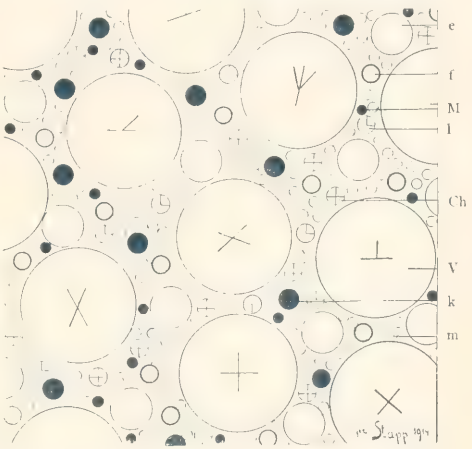


Abb. 14. Schema der amikroskopischen Struktur des Zytoplasmas nach Arthur Meyer. V Vitüle, M Moleküle des Wassers, f des Fettes, k der Kohlehydrate, Ch des Cholesterins, l des Lezithins, e der dispersen Teilchen der kolloiden Proteinstoffe und anderer Lyosole, m verschiedenster Stoffe. (Die Größenverhältnisse der Kreise sind bedeutungslos, ebenso die Kreisform selbst; die Zeichen in den Vitülen sollen bedeuten, daß die Vitüle, je nach ihrer Lage im Zytoplasma etwas, wenn auch äußerst wenig, verschieden sein werden.)

Die Mionen sind auch vielleicht die Ursache von Energieformen, welche die Physik noch nicht untersucht hat, Energieformen, welche die Eigenartigkeit der Lebenserscheinungen mit hervorrufen.

Solche Energieformen sind auch von anderen Forschern schon früher angenommen: So spricht Ostwald von Nervenenergie, die er aus chemischer Energie entstanden denkt, Mares von physiologischer Energie, andere von biotischer, psychischer und Lebensenergie.

Da eine Zelle ins Ungeheuere wachsen kann, so ist es selbstverständlich, daß ihr immerzu Mionen zufließen müssen. Diese Mionen können nur durch Zertrümmerung von Atomen gewonnen werden, zu der dem Protoplasten Energie, welche durch Atmungsprozesse frei wird, zur Verfügung steht.

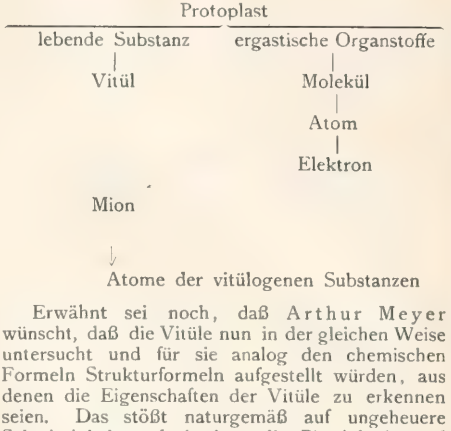
Welche Moleküle und Atome zur Zertrümmerung benutzt werden, kann man fragen. Vielleicht können alle Atome der zum Leben des Protoplasten absolut notwendigen Elemente benutzt werden, und vielleicht hängt damit die auffallende Tatsache, daß diese alle ein niedriges Atomgewicht besitzen, zusammen.

H — 1	C — 12	Mg — 24	K — 39
	N — 14	P — 31	Fe — 56
	O — 16	S — 32	

Da man annehmen muß, daß die Mionen nur innerhalb der lebenden Zelle existenzfähig sind und beim Absterben des Protoplasten in den Zustand der in der toten Natur beständigen raumerfüllenden kleinsten Realitäten übergehen, so werden sich also aus den Bruchstücken der Vitüle chemische Substanzen bilden, die wir hernach bei der chemischen Untersuchung des getöteten Protoplasten finden werden. Solche aus Bestandteilen der Vitüle entstandenen chemischen Substanzen nennt Arthur Meyer „vitülogene Stoffe".

Bei dem Prozeß der Entstehung von vitülogenen Stoffen aus Vitülen muß nun Energie frei werden, wahrscheinlich in Form von Wärme. Versuche, eine Wärmetönung des Todes festzustellen, haben bisher (z. B. mit Vogelblutkörperchen) zwar noch keinen positiven Erfolg gezeitigt, vielleicht könnte es aber gelingen mit Zellen, die an ergastischen Stoffen arm sind, z. B. Seeigelsperma.

Als zusammenfassenden Überblick möchte ich nun zum Schluß noch das folgende Schema geben:



Erwähnt sei noch, daß Arthur Meyer wünscht, daß die Vitüle nun in der gleichen Weise untersucht und für sie analog den chemischen Formeln Strukturformeln aufgestellt würden, aus denen die Eigenschaften der Vitüle zu erkennen seien. Das stößt naturgemäß auf ungeheuere Schwierigkeiten, da ja dazu die Physiologie und sogar die Psychologie herangezogen werden müßte, andererseits der lebende Protoplast, in dem allein doch die Mionen und somit die Vitüle existenzfähig sind, der Untersuchung zu schwer zugänglich ist.

Überblicken wir schließlich die Vitülhypothese noch einmal von einem anderen Gesichtspunkte, so können wir feststellen, daß sie sich von allen bis jetzt aufgestellten Hypothesen, in denen kleinste Teilchen zur Erklärung der Lebenserscheinungen benutzt wurden, ganz wesentlich dadurch unterscheidet, daß sie eine Forderung der mikroskopischen Anatomie ist, daß sie nicht nur Einzelerscheinungen erklären will und ganz auf dem Boden des physikalischen Hypothesengebäudes bleibt.

Joseph Petzoldt.

(Nachdruck verboten.)

Von Prof. A. Angersbach, Weilburg.

Der bekannteste Vertreter einer ganz in der Erfahrung wurzelnden, streng biologisch und psychologisch gerichteten Weltanschauung, der gewandte Verfechter des relativistischen Standpunktes, schließt am 22 November sein 60. Lebensjahr ab. Den Lesern der Naturw. Wochenschr., derjenigen Zeitschrift, die mit größter Wärme für die positivistische Lehre eingetreten ist, wird ein Überblick über das Lebenswerk des Philosophen nicht unwillkommen sein.

Nachdem P., der Sohn eines Altenburger Kaufmannes, das Gymnasium seiner Vaterstadt besucht hatte, widmete er sich auf den Hochschulen zu Jena, München, Genf, Leipzig und Göttingen mathematischen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien, promovierte 1890 und fand 1891 am Gymnasium zu Spandau eine Anstellung als Oberlehrer. An dieser Anstalt wirkte er, bis auf die während des Weltkrieges in Belgien verbrachten Jahre, dauernd — seit 1906 als Professor —; 1904

übernahm er auch noch eine philosophische Dozentur — seit 1920 Professur — an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Als Student faßte P. den physikalisch einwandfreien Gedanken, daß die in einem möglichst geschlossenen Systeme sich abspielenden Vorgänge auf Verwirklichung von Dauerformen hinzielen. Den gleichen Gedanken fand er in dem Fechnerschen „Prinzip der Tendenz zur Stabilität" wieder, das in der aus dem Jahre 1873 stammenden Schrift „Einige Ideen zur Schöpfungs- und Entwicklungsgeschichte der Organismen" formuliert ist. Fechner glaubte in der Dauerfähigkeit das objektive Merkmal des „Zwecks" gefunden zu haben und suchte damit die Darwinsche Lehre, in der das durch den Kampf ums Dasein Ausgelesene auch als das Zweckmäßige erscheint, zu vertiefen.

1886 nun zeigte P. in seiner ersten philosophischen Veröffentlichung, „Zu R. Avenarius' Prinzip des kleinsten Kraftmaßes und zum Begriff der Philosophie", daß R. Avenarius in seiner Schrift „Philosophie als Denken der Welt gemäß dem Prinzip des kleinsten Kraftmaßes; Prolegomena einer Kritik der reinen Erfahrung" (1876) das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes zu unvermittelt eingeführt habe und es besser im Fechnerschen Satze verankert hätte. Ferner betonte er, daß das Wesentliche des philosophischen Denkens nicht allein in der Richtung auf die Gesamtheit des Seienden zu erblicken sei, wie Avenarius meint, sondern in der Verbindung dieser Richtung mit dem Streben, möglichst vorurteilslos an das Gegebene heranzutreten und dieses in seiner Einzelerscheinung immer mit dem Blick auf das Ganze zu erfassen.

P. erwarb sich durch seine Abhandlung die innige Freundschaft Avenarius'. Noch ehe er sich aber mit dessen 1888 und 1890 erschienenen „Kritik der reinen Erfahrung" eingehend beschäftigt hatte, veröffentlichte er seine Doktorarbeit „Maxima, Minima und Ökonomie" (1890). Mancherlei Sätze der Physik, insbesondere die Grundsätze der Mechanik, machen den Eindruck, als bevorzuge die Natur ausgezeichnete Größen, Maxima oder Minima, als offenbare sie eine weise Ordnung. P. zeigt, daß jene Sätze nichts anderes ausdrücken als die eindeutige Bestimmtheit des Naturgeschehens. Nun gibt es aber auch Vorgänge, bei denen wir ein wirkliches Sparen von Kräften beobachten. Dieselben sind nur als durch längere oder kürzere Entwicklung vermittelte zu begreifen. Darwins Lehre war der erste umfassende Versuch, die Entwicklung der Lebewesen verständlich zu machen. Fechner suchte sie durch sein genanntes Prinzip, zu dem auch einige von Zöllner aufgestellte allgemeine Sätze in lehrreicher Beziehung stehen, sowie durch die Prinzipe der „bezugsweisen Differenzierung" und der „abnehmenden Veränderung" zu vertiefen. Nach einer eingehenden Untersuchung dieser Ökonomiesätze geht P. zur Festlegung des Entwicklungsbegriffes über. Als Entwicklungsfaktoren unterscheidet er die durch das augenblickliche Gefüge des Organismus bedingten Tendenzen und die zwischen den Tendenzen sich abspielenden Konkurrenzen, die bei Entwicklungsabschluß zu einem stationären Zustand führen. Als Entwicklung selbst ist der Weg zu verstehen, den die Resultante vom Beginne des Wettbewerbes bis zum Eintritt des Dauerzustandes nimmt. Der psychophysische Parallelismus gestattet das Stabilitätsprinzip auch auf das geistige Gebiet zu übertragen. Und hier ist dasselbe entschieden vorteilhafter als etwa der von Mach geprägte Begriff der Denkökonomie oder der von R. Avenarius herangezogene Begriff des kleinsten Kraftmaßes. Auch für die Grundlegung von Ethik und Ästhetik erweist es sich als das umfassendere. Nicht Maxima, Minima und Ökonomie, sondern Eindeutigkeit und Dauerfähigkeit heben die Seiten der Wirklichkeit hervor.

Mach wurde durch diese Arbeit so angezogen, daß er sich in verschiedenen Werken eingehender mit ihr beschäftigte und dem jungen Philosophen ebenfalls seine dauernde Freundschaft gewährte. Staudingers prächtiges Werk „Die Gesetze der Freiheit" (1887) gab P. Anlaß zu der umfangreichen Arbeit „Einiges zur Grundlegung der Sittenlehre" (1893/94). Hatte Staudinger seine Ethik auf den Begriff des „Widerspruchs" aufgebaut und in dem durchgängigen widerspruchsfreien Zusammenhange aller Zwecke innerhalb der menschlichen Gemeinschaft das höchste Gut erblickt, so baute P. seine Sittenlehre durchaus auf objektiver Grundlage auf und zwar auf drei von der Wissenschaft anerkannten allgemeinen Sätzen, dem Satze vom psychophysischen Parallelismus, dem Energieprinzipe und dem Fechnerschen Stabilitätssatze. Hatte Avenarius in seiner „Kritik der reinen Erfahrung" auf Grund seiner Vitalreihenlehre, die ganz in den Rahmen des Stabilitätsbegriffes fällt, das Entwicklungsziel der Menschheit formal nach der physischen Seite zu bestimmen gesucht, so wagt P. es nun auch, den psychischen Dauerzustand zu beschreiben, insbesondere den sittlichen Idealzustand, den uns verpflichtenden Zustand, den Staudingerschen Zustand der Widerspruchslosigkeit aller Zwecke.

1895 veröffentlichte P. die bedeutungsvolle Abhandlung „Das Gesetz der Eindeutigkeit". Wer in der vollständigen Beschreibung der Tatsachen die Aufgabe der Naturwissenschaft sieht, muß vieldeutige und unklare Begriffe wie die der Ursache und der Wirkung ablehnen. Wundts Versuch, die letzteren für die Physik zu retten, ist mißlungen. Die vorbildliche Form der Beschreibung ist die physikalische Gleichung. In ihr treten die begrifflichen Bestimmungselemente als voneinander abhängig auf; und zwar ist die Abhängigkeit eine rein logische, streng gegenseitige, simultane. Wenn trotzdem die physikalische Gleichung auch die stetige Aufeinanderfolge

innerhalb eines Vorgangs zum Ausdruck bringt, so liegt das daran, daß sie durch Änderung irgendeines ihrer Parameter, insbesondere des Zeitparameters, die Form nicht einbüßt. Eine rein logische Abhängigkeit zeigt sich auch noch in einer zweiten Beziehungsgruppe, in der zwischen Gehirn- und Seelenzuständen. Darf man aber der Natur eine durchgängige Bestimmtheit zuschreiben? Mach zweifelt daran. Aber die Erhaltung des Einzelmenschen und der menschlichen Gesamtheit sowie das Bestehen der Wissenschaften sind ohne jene allgemeine Bestimmtheit undenkbar. Wir müssen die Eindeutigkeit des Geschehens fordern. Das Gesetz der eindeutigen Bestimmtheit beleuchtet aufs schärfste die Tatsache, daß Bewegungen als ausgezeichnete Fälle erscheinen, es klärt den Sinn des Hertzschen Grundgesetzes der Mechanik auf, nicht minder den des Trägheitssatzes, es ist unentbehrlich für die Begründung des Energiegesetzes und ist die Wurzel des psychophysischen Parallelismus; ja selbst die logischen Sätze der Identität und des Widerspruchs setzt er in ein helleres Licht.

R. Avenarius hatte sich in seiner „Kritik der reinen Erfahrung" die Aufgabe gestellt, die Idee der reinen Erfahrung und die Berechtigung der in ihr gelegenen Forderung sowie die Aussichten auf deren Verwirklichung zu prüfen. Aber seine Untersuchung sprengte diesen Rahmen und weitete sich aus zu einem Versuch, die Grundlagen einer Theorie des menschlichen Erkennens und Handelns, ja die einer Wissenschaftslehre überhaupt zu bereiten. Dabei beherrschte ihn die Einsicht, daß „etwas wissenschaftlich begreifen" nicht nur darin besteht, es „auf Bekanntes zurückzuführen", sondern es auch „als eindeutig bestimmt zu denken". Das der Eigengesetzlichkeit entbehrende psychische Geschehen muß daher gewissermaßen als „mathematische Funktion nervenphysiologischer Vorgänge" aufgefaßt werden. So wagt es denn Avenarius im 1. Bande seines Hauptwerkes eine Naturgeschichte des Hirnlebens zu geben. Als dessen Grundvorgang entdeckt er die unabhängige Vitalreihe. Der 2. Band ist dann dem parallel verlaufenden psychischen Geschehen gewidmet, dem die abhängige Vitalreihe zugrunde liegt.

Im „Menschlichen Weltbegriff" (1891) führt Avenarius die Spaltung der natürlichen Einheit der empirischen Welt in „Innen- und Außenwelt", „Objekt und Subjekt" auf „Introjektion" zurück. Die eine Tatsache, die Tatsache der Wahrnehmung von Sachen, wird dabei in zwei gespalten, in Sache und Wahrnehmung; jene wird der Außen-, diese der Innenwelt zugerechnet, zu beiden aber werden absolute Träger hinzugedichtet. Eine solche Verfälschung der Wirklichkeit kann nur durch Ausschaltung der Introjektion rückgängig gemacht werden. Die endgültige Ausschaltung aber führt den unveränderlichen Weltbegriff herbei.

Die Form der Avenariusschen Werke konnte den Leser nicht anziehen. Die Systematisierung war dem Philosophen wichtiger als eine die Unterrichtsregeln befolgende Einführung. Eine ganz neue, umfangreiche Fachsprache erschwerte das Eindringen. Ein lapidarer, das Wesentliche und Unwesentliche gleichmäßig umfassender Stil ließ das Bedeutungsvolle nur schwer erkennen. Die Beweisführung war nicht selten umständlich. Carstanjen hatte eine lesbare Wiedergabe der Kritik der reinen Erfahrung versucht, war aber über einen Auszug kaum hinausgekommen. M. Klein hatte in freier, allgemeinverständlicher Form eine Reihe schöner, auch jetzt noch lesenswerter Aufsätze über die neue Lehre in der Naturw. Wochenschr.[1]) gebracht, hatte aber seine Tätigkeit zu früh eingestellt.

In seiner „Einführung in die Philosophie der reinen Erfahrung" (1899 und 1904) nun gab P. der Lehre Avenarius' nicht nur die ansprechende Form, sondern unterzog sie auch einer gründlichen Beurteilung, um sie zu läutern und weiter auszubilden. Der erste, von der Bestimmtheit der Seele handelnde Abschnitt des ersten Bandes weist wieder nach, daß das eigener Bestimmungselemente entbehrende geistige Geschehen ohne den psychophysischen Parallelismus unverständlich ist. Der zweite Abschnitt ist der Kritik und dem Ausbau der Avenariusschen Einteilung der psychischen Grundformen und deren Abhängigkeit von den nervösen Grundprozessen, den unabhängigen Vitalreihen, gewidmet. Hier gelangt P. vielfach zu erheblich abweichenden Auffassungen, deren Aufzählung wir uns versagen müssen.[2]) Erwähnt sei nur, daß er durch seine Begriffe der physischen und psychischen „Bestände" weit tiefer in das Wesen des „Begriffs" und der „Begriffsentwicklung" eindringt. Dabei entdeckt er, daß Enge und Einheit des Bewußtseins die gleiche Wurzel haben, daß sie nichts anderes ausdrücken als die bis an die Grenzen des Möglichen gesteigerte Fähigkeit des Hirns, im Falle einer Bedrohung alle Kräfte in den Dienst der Erhaltung zu stellen. Ferner nenne ich die lehrreichen Untersuchungen über das Verhältnis zwischen Sprache und Denken, über das „Wiedererkennen" usw. Der zweite Band mit dem Untertitel „Auf dem Wege zum Dauernden" handelt zunächst vom Auslaufen der Entwicklungsvorgänge in Dauerzustände. Die Regelmäßigkeiten des Geisteslebens sind nur als Entwicklungsergebnisse verständlich. Der Mensch selbst ist in lebhafter Entwicklung begriffen. Daß er bei genügender Konstanz des irdischen Systems einer Dauerform entgegengeht, ist eine Forderung des Stabilitätssatzes, der selbst wieder in zwei Grundtatsachen wurzelt: in der Eindeutigkeit des Naturgeschehens

[1]) Bd. IX, S. 1—6; Bd. X, S. 453—462; Bd. XI, S. 377 bis 382; S. 389—394; S. 425—430; siehe auch Bd. IX, S. 301—309.

[2]) Naturw. Wochenschr. N. F., Bd. IV: Angersbach, Das Verhältnis zwischen Psychischem und Physischem nach Avenarius und Petzoldt.

und in der „von selbst" sich vollziehenden Abnahme aller physikalischen Differenzen. Da sich der Dauerzustand nach der formalen Seite hin erschließen läßt, so sind damit die Grundlagen für Ethik, Ästhetik und Erkenntnislehre gegeben. Meisterhaft und überaus spannend ist die Darstellung der Dauerbestände der Seele. Besonders interessiert die Beantwortung der Frage nach der zu erwartenden Weltanschauung. Diese darf als allgemeine und dauernde keine Teile oder Seiten enthalten, die mit gleichem Rechte durch andere ersetzbar sind. Die Erfahrung ist die alleinige Erkenntnisquelle. Das Gegebene, bzw. die Elemente des Vorgefundenen, sind die irgendwie charakterisierten Empfindungen, aber nicht die Empfindungen im Sinne eines rein Subjektiven, rein Psychischen, sondern im Sinne des naiven Realismus ohne dessen animistische Beimengung. Einer Substanz als Trägers der Eigenschaften bedarf es daher nicht. Da jeder Begriff ohne einen Gegenbegriff sinnlos ist, ist ein Psychisches ohne ein Physisches undenkbar; beide sind nicht als seiende oder absolute Gegensätze, sondern lediglich als logische oder relative aufzufassen. Bemerkt sei, daß P. den hier angedeuteten Grundfehler des Idealismus und Materialismus noch in der Schrift „Solipsismus auf praktischem Gebiet" (1901) einwandfrei nachgewiesen hat. Eine haltbare Weltanschauung kann nur relativistischer Art sein. Glaubte Avenarius noch das Weltproblem durch einen positiven Begriff lösen zu können, so lehnt P. diese Auffassung ab, die Gesamtheit des Gegebenen ist aus Mangel an einem Gegenbegriff jeder Kennzeichnung unfähig. Damit wäre denn das Weltproblem in derselben Weise aus der Philosophie ausgeschaltet wie die Quadratur des Kreises aus der Geometrie oder das Perpetuum mobile aus der Mechanik.

1906 hielt P. lehrreiche Vorlesungen bei den Hochschulkursen in Salzburg. Im selben Jahre veröffentlichte er „Das Weltproblem vom positivistischen Standpunkte aus", ein Werk, das später als 14. Band der Sammlung „Wissenschaft und Hypothese" zwei Neuauflagen (1912 u. 1921) erlebt hat. Diese einzigartige Schrift sucht die Geschichte der Philosophie unter dem Gesichtspunkte der Entwicklung und Rückbildung des Substanzbegriffes aufzufassen. Mit größter Spannung verfolgen wir die Wege, die von der vorwissenschaftlichen Weltanschauung zur wissenschaftlichen führen. Aber diese wird durch die Substanzvorstellung in mannigfaltiger Weise getrübt und befreit sich erst auf höchst verschlungenen Wegen von ihr. Mach, Avenarius und Schuppe sind die drei Philosophen, die den Substanzbegriff endgültig ausschalten, dem Goetheschen Ausspruche „Ort für Ort sind wir im Innern" eine feste Grundlage und der Geschichte der Philosophie einen natürlichen Abschluß geben.

Im vollen Einklang mit der Lehre des relativistischen Positivismus steht die Entwicklung der Mathematik und Physik. Jener ist es gelungen, „ihre Beweise rein begrifflich zu gestalten, sie von räumlicher Anschauung und Konstruktion vollständig unabhängig zu machen", den Beziehungen das Übergewicht über die sinnlichen Elemente zu geben. Und wenn Einstein sein physikalisches Relativitätsprinzip aufgestellt hat, so hat er damit eine Forderung zu erfüllen gesucht, die Mach seit 1866 wiederholt ausgesprochen hat. Auch P. war stets für diese Forderung eingetreten. In der lehrreichen Abhandlung „Die Gebiete der absoluten und relativen Bewegung" (1908) betont er, daß man den Begriff der absoluten Bewegung lediglich als Definition gelten lassen dürfe in der Hoffnung, er möge der Physik auch wirklich Dienste leisten; ferner liefert er den Nachweis, daß L. Langes Versuch, ein Koordinatensystem aufzufinden, in bezug auf welches ein lediglich seiner Trägheit unterworfener Massenpunkt sich geradlinig und gleichförmig bewegt, mißglückt sei.

Daß P. einer der ersten Führer im harten Kampfe um die neue physikalische Relativitätslehre ist, dürfte allbekannt sein. Von den auf diesen Gegenstand sich beziehenden Schriften erwähne ich außer der 3. Auflage des „Weltproblems" nur die 1914 in der Zeitschr. f. posit. Philos. erschienene Abhandlung „Die Relativitätstheorie in der Physik" und die prächtige Arbeit „Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung der Menschheit" (Sibyllenverlag, 1921). Wer irgend in die neue Lehre eindringen will, muß sich unbedingt mit diesen Schriften befassen. Der Kampf ums Relativitätsprinzip ist im Grunde ein Kampf zwischen der relativistischen und absolutistischen Weltanschauung, insbesondere zwischen jener und der mechanistischen Auffassung. P. ist weit entfernt davon, in Einsteins Lehre die restlose Erfüllung der Machschen Forderung zu sehen; in lehrreicher Weise zeigt er, wie Einstein und Minkowski noch keineswegs sich zum strengen relativistischen Standpunkte emporgearbeitet haben.

Von sonstigen beachtenswerten Schriften erwähne ich noch: „Die vitalistische Reaktion auf die Unzulänglichkeit der mechanischen Naturansicht" (1909), „Naturwissenschaft" im Handwörterbuch für Naturwissenschaften (1912), die „biologischen Grundlagen der Psychologie" (1914) und „die biologischen Grundlagen des Strafrechts" (1920).

Auch auf dem Gebiete des Unterrichtswesens blieb P. nicht untätig. Sehr bekannt geworden sind seine Bestrebungen, hervorragend befähigten Schülern die zweckmäßigste Ausbildung zu verschaffen; für die philosophische Propädeutik suchte er eine neue Grundlage zu gewinnen.

Als hervorragender Organisator erwies er sich dadurch, daß er die Freunde seiner Sache zu sammeln verstand und im Jahre 1902 die „positivistische Gesellschaft" gründete und erfolgreich leitete. Eine wertvolle Stütze fand er dabei an

H. Potonié, dem 1913 verstorbenen Herausgeber der Naturw. Wochenschr., der selbständig im Jahre 1891 ähnliche Gedanken wie Mach und Avenarius ausgesprochen und seine Zeitschrift begeisterungsvoll der empiriokritischen Lehre zur Verfügung gestellt hatte.[1]) Leider bereitete der Ausbruch des Weltkrieges nicht nur der von der Gesellschaft herausgegebenen Zeitschrift ein jähes Ende, sondern bedrohte auch das Fortbestehen der Gesellschaft selbst. Da gelang es P. 1921, seine Anhängerschaft der großen „Kantgesellschaft" als Sonderabteilung einzugliedern.

P. erfreut sich einer wunderbaren körperlichen und geistigen Frische und Leistungsfähigkeit. Unermüdlich wirkt er in Rede und Schrift. Weder Enttäuschungen noch das furchtbare Schicksal, daß seine beiden einzigen Söhne, die, aus glücklichster Ehe mit Frida Kresse, der hochgebildeten Tochter eines Altenburger Kaufmanns stammend, als tapfere Kämpfer und Führer den Tod fürs Vaterland erlitten, konnten ihn dauernd zermürben. So dürfen wir denn noch manche reife Frucht aus seiner Hand erwarten. Nicht ohne Befriedigung sieht er seine Lehren sich, wenn auch langsam so doch sicher, ausbreiten, dazu in einer Zeit, die reich an mystischen Regungen ist. Seine größeren Werke erleben Neuauflagen und werden sogar in fremde Sprachen übersetzt! Möge er auch noch erleben, daß die gewaltige Entwicklungsstörung innerhalb unseres Volkes, ja innerhalb des menschheitlichen Gesamtverbandes, nur eine Episode sei, eine Vitaldifferenz, an die sich ein lebhafteres Fortschreiten zu neuen und gefestigteren Dauerzuständen anschließt!

[1]) Angersbach, „Zum Begriff der Entwicklung". G. Fischer, 1912.
Angersbach, „Die naturw. und insbes. die naturph. Tätigkeit H. Potoniés". Zeitschr. f. pos. Phil., 2. Jahrg.

Einzelberichte.

Der Segelflug.[1])

Die Darstellung, eine Zusammenfassung des vielfach nicht genügend beachteten Lebenswerkes des Verfassers gibt auf Grund neuer Beobachtungen eine sehr klare Anschauung vom gesamten Problem. Der begrifflichen Festlegung des Segelflugs folgt zunächst eine Erörterung der früheren Erklärungsversuche.

Weder die im Vogel vermuteten Ursachen aerostatischer Art, ferner „Segel"- und Drachenwirkung, schnellste Vibrationen der Flugflächen, noch die von O. Lilienthal betonte Wölbung bedingen ihn, noch reichen außerhalb des Vogels gesuchte Faktoren, wie von Ahlborn selbst früher als ausreichende Erklärung angesehene gleichförmige horizontale Winde oder arbeitsfähige Windkräfte anderer Art (aufsteigende Winde dynamischer oder thermischer Art u. a.) oder gewisse Faktoren der ungleichförmig bewegten Luft (wie stetige Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben, pulsatorische Veränderungen der Windströme [vgl. Olshausen, Mouillard, Rayleigh, Langley, Lanchester], Böen und Flauten und deren bewußte bzw. instinktive Ausnutzung seitens der Vögel), trotz der in ihnen enthaltenen mehr oder weniger günstigen Momente zur Erklärung des Segelflugs, insbesondere der Umwandlung des Auftriebs in nutzbaren Vortrieb, aus.

Vielmehr hängt das Wesen des Segelflugs innig zusammen mit der inneren Struktur der Windströmung, mit dem Wesen und den Ursachen dynamischer und thermischer Turbulenz, mit der Wirbelbildung in turbulenten Strömungen, also mit der Turbulenzenergie, d. i. der „kinetischen Energie der vertikalen und seitlichen Windschwankungen" und hängt davon ab, ob die Stoßwirkung dieser inneren Elemente eines nie gleichförmigen Windes auf den Flügel quantitativ ein Äquivalent der Flügelschlagwirkung bedeutet.

Die genaue Untersuchung der Turbulenz (Strom- und Kraftlinien, vgl. hydrodynamische Methoden) auch im quantitativen Verhalten, ferner die Untersuchung des Verhaltens von Turbulenz zum Flugwind bestätigen diese Möglichkeit, unter der Voraussetzung eines automatisch regulierbaren (Einstellwinkel der Flügelspitze u. a.) Mechanismus im Vogelflügel.

„Der segelnde Vogel wird daher durch Turbulenzkräfte des Windes in derselben Weise schwebend erhalten und beschleunigt wie durch aktive Flügelschläge. Das Geheimnis des Segelfluges ist damit enthüllt."

Ein sehr vertiefter Einblick in den Bau des Vogelflügels läßt die Wirksamkeit der Flügelschläge bzw. der natürlichen Windstöße noch schärfer erfassen und verstehen, warum die üblichen Drachenflugzeuge und Rhön-Flugapparate keine Segelwirkung erzielen, sondern die für den Segelflug als hauptsächliche Kraftquelle in Betracht kommende Turbulenz als Hindernis — und zwar mit Auftrieb und Hemmungswiderstand, aber ohne Vortrieb — empfinden. Einzelheiten bezüglich Form und Bau der verschiedenen Segelflieger (Tragflügel, Triebflügel), ihre geographische Verbreitung, lokales Vorkommen und dortige Gewohnheiten weisen auf den engsten Zusammenhang mit dem jeweiligen Turbulenzverhalten der Winde hin, wie zahlreiche Beispiele, neuerdings

[1]) Fr. Ahlborn, Beiheft 5 Zeitschr. f. Fl.-Z. u. Mot. 1921.

auch an mazedonischen Raubvögeln Ahlborn gezeigt haben; sie charakterisieren den in Kurvenflugbahn seine höchste Vollendung erreichenden Segelflug als Spiel.

Regelmäßige Schwankungen der Flugbahn, Steuerung, Bremsung, Landung und Fallschirmflug, die Unterscheidung von zweierlei Flächenveränderung (Segelschaltung von Gleitschaltung) vervollständigen den Einblick in die mannigfachen Kombinationsmöglichkeiten bei jeweiligem Flugverhalten, der mittels einer Übersicht über die Flugarten der Vögel eine Zusammenfassung gestattet. Die Erörterung der Möglichkeit, unsere üblichen Drachenflieger, die noch auf der primitiven Stufe des Archaeopteryx, des Urvogels ohne Handschwingen, stehen, durch Ausrüstung mit selbsttätigen Triebflügeln segeltüchtig zu machen, läßt Zweifel an der Erreichbarkeit dieses Zieles nicht zu; der lange Weg bis dahin hat eine enge Fühlungnahme der Techniker mit den Biologen zur Voraussetzung. Fr. Voß.

Die Stimulierung (Hebung) der Zellfunktionen und ihre theoretische und landwirtschaftliche Bedeutung. [1])

Ausgehend von theoretischen Erwägungen habe ich vor 8 Jahren den Schluß gezogen, [2]) daß die Agentien der künstlichen Befruchtung, der künstlichen Parthenogenese, nicht nur auf die reifen, unbefruchteten weiblichen Geschlechtszellen, die Eier, entwicklungsfördernd wirken, sondern daß sie dieselbe entwicklungsfördernde Wirkung auf alle Körperzellen, tierische wie pflanzliche, ausdehnen; mit anderen Worten die Agentien der künstlichen Parthenogenese, welche chemischer oder physikalischer Natur sein können, müssen allgemeine Zellstimulantien sein.

Um diese Schlußfolgerung zu begründen, habe ich in einer Reihe von Publikationen meine Untersuchungen über die stimulierende Wirkung der chemischen Agentien der künstlichen Parthenogenese auch auf schwer heilende Wunden und auf in Winterruhe sich befindende Pflanzen dargelegt. Es zeigte sich, daß, wenn reine Wunden mit Magnesiumsalzen ($MgCl_2$, $MgCl_2 + NaCl$ usw.) behandelt werden, dieselben schneller heilen und sich schließen, als nach Behandlung mit den gewöhnlichen, bisher gebrauchten Wundheilmitteln.

Auch auf pflanzliche Zellen erweisen sich die Magnesiumsalze als sehr wirksam. Wenn die Knospen von in Winterruhe sich befindenden Pflanzen mit Magnesium- oder Mangansalzen in verschiedener Konzentration und verschiedener Zusammensetzung injiziert werden, so entwickeln sich Blüten und Blattknospen in 2—3 Wochen fast vollständig, während die Kontrollen, unter gleichen Bedingungen, unentwickelt bleiben.

Dieselben günstigen Resultate habe ich auch bei einzelligen Organismen, bei Infusorien, erzielt. Durch kurze Einwirkung von Magnesiumsalzen auf das weitverbreitete Infusor Paramaecium ist es mir gelungen, die Lebensfunktionen dieses einzelligen Tieres und folglich auch seine Vermehrungsgeschwindigkeit so sehr zu heben, daß z. B. in der Zeit von 7 Tagen, wo die von zwei Tieren ausgegangene Kontrolle nur 242 Tiere zählte, die ebenfalls mit zwei Geschwistertieren der Kontrolle begonnene, aber mit Magnesiumsalzen stimulierte Kultur nach 7 Tagen schon 2027 Tiere aufwies. Eine andere unter denselben Bedingungen begonnene, aber schwächer stimulierte Kultur zählte nach derselben Zeit 864 Tiere. Beachtenswert ist dabei, daß die Tiere der stimulierten Kultur durchwegs um ca. $^1/_5$ größer als die normalen Kontrolltiere waren.

Alle diese Versuche beweisen, wie stark die stimulierende Wirkung der Magnesium- und Mangansalze auf die lebende Substanz ist.

Schon im Jahre 1915 habe ich weiterhin betont, daß diese, die Lebensfunktionen so stark hebende Wirkung der Magnesium- und Mangansalze nicht nur eine große theoretische, sondern auch eine wichtige praktische Bedeutung gewinnen könnte, wenn sie auf in Funktionsruhe sich befindende pflanzliche Zellen, an erster Stelle auf Pflanzensamen, angewandt würde.

Nach vielen Versuchen ist es mir nun nach zwei Jahren gelungen, durch Einwirkung auf Pflanzensamen mit Magnesium- und Mangansalzen [$MgCl_2$, $Mn(NO_3)_2$, ($MnSO_4$) in Konzentrationen von 10 $^0/_{00}$ bis 32 $^0/_{00}$ entweder allein oder in verschiedenen Kombinationen angewandt: $MgCl_2 + MgSO_4$, $MgCl_2 + Mn(NO_3)_2$, $MgCl_2 + MnCl_2$, $MgSO_4 + MnSO_4$] diese so stark zu stimulieren, daß sich Pflanzen entwickelten, welche durchschnittlich um $^1/_3$ bis $^1/_2$ größer und schwerer als die normalen waren, und was noch wichtiger ist:

---

[1]) Vortrag, gehalten bei der Hundertjahrfeier der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.

[2]) 1. Depression der Protozoenzelle und der Geschlechtszellen der Metazoen. — Archiv f. Protistenkunde. Festband R. Hertwig 1907.

2. Experimentelle Zellstudien I. — Über die Teilung der Zelle. Archiv f. Zellforschung Bd. I, 1908.

3. Experimentelle Zellstudien II. — Über die Zellgröße, ihre Fixierung und Vererbung. Archiv f. Zellforschung Bd. III, 1909.

4. Experimentelle Zellstudien III. — Über einige Ursachen der physiologischen Depression der Zelle. Archiv f. Zellforschung Bd. IV, 1909.

5. Experimentelle Zellstudien IV. — Geschlechtsvorgänge, Parthenogenese und Zellenverjüngung. Archiv f. Zellforschung Bd. XIV, 1915.

6. Über den Einfluß chemischer Reagentien auf den Funktionszustand der Zelle. Sitz.-Ber. d. Ges. f. Morph. u. Physiol. in München 1909.

7. Über stimulierende Einwirkungen auf Zell- und Geweberegeneration. Deutsche Mediz. Wochenschrift 1915.

8. Künstliche Parthenogenese und Zellstimulantien. Biol. Zentralbl. 1916.

9. Über die Behandlung atonischer Wunden mit Äther. Der Militärarzt. Wien 1916.

10. Über die Stimulierung der Zellfunktionen. Biolog. Zentralbl. 1922.

11. Stimulierung der geschwächten Zellfunktionen. Rektoratsrede 1920. Ausgabe der Univ. Sofia.

auch der Ertrag derselben (Weizen, Hirse, Mais) war durchschnittlich um ca. 40 % bis 50 %, ja in besonders günstigen Fällen [durch Stimulierung mit $MgSO_4 + MnSO_4$ oder mit $MCl_2 + Mn(NO_3)_2$] bis zu 100 %, zu heben.

Nach vielen Versuchen konnte die optimale Behandlungszeit von vielen Kulturpflanzen — sowohl Korn- wie Faserpflanzen — bestimmt werden, die je nach der Stärke der Samenhüllen zwischen einer Stunde (Senfsamen), drei Stunden (Mais, Weizen, Roggen), acht Stunden (Gerste), zehn bis zwölf Stunden (Hafer usw.) schwankt und überall dieselbe Steigerung der Wachstumsintensität hervorruft.

Durch Kombination der oben erwähnten chemischen Lösungen mit einer nachträglichen kurzen Behandlung mit Ätherdämpfen ist es mir neuerdings gelungen, die Stimulation der Samen noch um ein beträchtliches zu steigern. Eine beachtenswerte stimulierende Wirkung auf die Samenentwicklung zeigen auch die Ätherdämpfe allein. Diese Wirkung des Äthers steht im Einklang mit seinen bekannten Eigenschaften als Pflanzen frühtreibendes Mittel.

Ich bin der Überzeugung, daß durch die Anwendung der hier erwähnten stimulierenden Mittel eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in allen Zweigen erfolgen wird, um so mehr als die Anwendung leicht und der Preis der angegebenen chemischen Mittel gering ist.

Methodi Popoff, Sofia.

Verdunstung und Niederschlag auf dem Meer.

Die absolute Größe des jährlichen Wasserhaushaltes der Erde ist wesentlich abhängig von der möglichst genauen Feststellung der Verdunstungsmenge über dem Ozean. Es ist daher lebhaft zu begrüßen, daß Wüst[1]) aufs neue versucht, diese Menge zu schätzen. Sie beträgt nach ihm 304 200 cbkm, da er aber selbst zugibt, daß dieser Zahl eine Fehlergrenze von ± 10 % anhaftet, so halte ich eine Genauigkeit bis auf hunderte von cbkm für unsinnig und überflüssig und möchte sie auf rund 300 000 cbkm reduzieren, entsprechend 84 cm Verdunstungshöhe. Sie ist erheblich geringer als die Brücknersche Angabe (105) und erst recht als diejenige von Lütgens (146). Wüst ist der Ansicht, daß Brückner in der Erkenntnis der Tatsache, daß die üblichen kleinen Verdunstungsmesser erheblich zu hohe Werte liefern, noch nicht weit genug gegangen ist und daß aus Messungen, welche der Amerikaner Bigelow an verschieden großen Gefäßen angestellt hat, ein Reduktionsfaktor 0,82 für die Brücknersche Zahl zu erfolgen habe, woraus eine mittlere Verdunstung des Weltmeeres zu 86 cm folgt, also beinahe die gleiche Zahl, die Wüst gefunden hatte. Die sehr viel höhere Zahl, die Lütgens bringt, erklärt Wüst damit, daß jener unterlassen habe, eine Umrechnung der Messung von Bordhöhe auf Meereshöhe vorzunehmen; tut man dies, so weichen nach Beobachtungen in der Ostsee die Zahlen nicht mehr wesentlich ab. Die Niederschlagssummen über dem Festland und ihr Überschuß über die Verdunstung, mit denen Wüst operiert, fußen noch immer auf den von Fritzsche 1906 berechneten Zahlen, doch glaubt Wüst auf Grund seiner Ergebnisse über die ozeanische Verdunstung, daß, wenn man die von Fritzsche für die Zonen von 60° N bis 40° S errechneten Werte der Landverdunstung polwärts ergänzt, als Gesamtverdunstung des Festlandes 75 000 cbkm pro Jahr, als rund 7 % weniger herauskommt als nach der Rechnung von Fritzsche. Hält man an der früher berechneten Niederschlagsmenge auf dem Festland, nämlich 112 000 cbkm fest, so stellt sich der Abfluß des Festlandes auf 37 000 cbkm. Zieht man diese Zahl von der Ozeanverdunstung ab, so ergibt sich als Niederschlagsmenge auf dem Ozean 267 000 cbkm. Auf tausende cbkm reduziert würden wir nach Wüst für den Wasserhaushalt der Erde, immer vorausgesetzt, daß der Kreislauf des Wassers ein vollständiger ist, folgende Bilanz erhalten:

	Niederschlag	Verdunstung
Weltmeer	267	304
Festland	112	75
Erde	379	379

Bisher nahm man für den jährlichen Überschuß von N über V auf dem Festland 32 000 cbkm an, Wüst erhöht diese Zahl bereits auf 37 000. Ich glaube aber, daß man sie noch weit mehr erhöhen muß und zwar aus folgenden Gründen. Einmal fließt nicht nur oberflächlich Wasser vom Festland nach dem Ozean ab, sondern es geht auch durch Verdunstung ein weiterer Teil durch die Atmosphäre in den Ozean zurück und endlich fließt ein nicht unbeträchtlicher Teil durch das Grundwasser in das Weltmeer. Von diesen drei Posten können wir den zuerst genannten nur dann einigermaßen sicher abschätzen, wenn wir von allen Hauptflüssen der Erde den durchschnittlichen Abfluß kannten, was aber bisher keineswegs der Fall ist. Wir wissen ihn nur von einer Reihe der wichtigsten unter ihnen und auch von diesen nur auf Grund z. T. zeitlich sehr beschränkter Messungen. Bei den anderen beiden Posten sind wir bisher leider lediglich auf Vermutungen angewiesen. Immerhin werden wir aber doch noch in die Lage kommen, über die Wassermenge, welche durch die Atmosphäre vom Festland aus dem Ozean wieder zugute kommt, genaueres auszusagen, sobald wir über die Häufigkeit ablandiger und anlandiger Winde auf den Hauptküstengebieten der Erde etwas näheres wissen. Der unterirdische Abfluß nach dem Ozean zu wurde früher vielfach gänzlich übersehen, so z. B. noch von Murray und Fritzsche erst durch neuere Untersuchungsergebnisse

[1]) Zeitschr. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1922, Nr. 1/2.

(Friedrich in Lübeck) hat man begonnen, ihm ernstliche Aufmerksamkeit zu schenken. So bedeutende Gewährsmänner auf ganz verschiedenen Gebieten, wie der Geologe Keilhack und der bekannte Professor der Kulturtechnik an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, E. Krüger, betonen den bedeutenden Anteil des Grundwassers an dem Abfluß der Flüsse. So schreibt Krüger in seinem „Kulturtechnischen Wasserbau", Berlin 1921, S. 51: „Unter dem Flußbett, oder seitwärts davon im Flußtal, bildet sich diesem gleichlaufend noch ein Grundwasserstrom aus, so daß zwei Ströme mit sehr verschiedener Geschwindigkeit über- oder nebeneinander zum Meere fließen. Auf diese Weise gelangt ein großer Teil der im Sammelgebiet gefallenen Niederschläge als Grundwasser zum Meere, ohne in einem Flußlauf das Tageslicht wieder erblickt zu haben." Über die Menge des Grundwassers, das direkt in den Ozean zutritt, sind wir natürlich bisher lediglich auf Vermutungen angewiesen doch kann man aus den angegebenen Gründen als sicher annehmen, daß das sog. „Betriebskapital" im Wasserhaushalt der Erde erheblich höher ist, als man bisher vermutete und daß daher die Verdunstung auf dem Weltmeere größer, auf dem Festland geringer sein muß, als nach den Aufstellungen von Wüst. Um wieviel entzieht sich bisher unserer Kenntnis. Immer wieder muß scharf betont werden, daß alle von den verschiedenen Autoren angeführten Zahlenangaben sich immer noch zu sehr auf Schätzung, zu wenig auf zuverlässigen direkten Beobachtungen beruhen, daß sie daher bisher mehr ein theoretisches als ein praktisches Interesse beanspruchen können. Das wird erst dann der Fall sein, wenn einmal die Zahl der Messungen sowohl des Niederschlags wie der Verdunstung eine erheblich größere geworden ist und wenn andererseits die Methoden die Verdunstung zu messen, eine wirklich exakte genannt zu werden verdient. Halbfaß.

Bücherbesprechungen.

Kaiser, Alfred (Arbon), Die Sinaiwüste. 106 S., mit 1 Karte und 12 Textfig. Selbstverlag 1922 und Mitteil. der Thurgauer Naturforsch.-Ges. 1922.

Der bekannte Kenner des Sinai gibt in dieser interessanten Schrift eine Zusammenstellung unserer Kenntnisse dieser Halbinsel, die 2 Erdteile miteinander verbindet und auf der sich so manche bedeutungsvolle Ereignisse abgespielt haben. Er behandelt nacheinander: Geschichte, Landschaft, Forschungsreisen, Geologie, Bergbau, Klima, Bevölkerung, Tier- und Pflanzenleben des Meeres, Wüstenflora und Tierwelt. Der Verf. ist mit dem Sinai vertraut wie wohl kein anderer Gelehrter. Während die meisten Naturforscher auf ihr nur wenige Monate weilten, hat Kaiser drei Reisen dorthin unternommen, 1886 für 7 Monate, 1887 im Frühjahr und dann mit 2jähriger Unterbrechung von 1890—1898, während welcher Zeit er in Tor eine kleine wissenschaftliche Station eingerichtet hatte, von der aus er Streifzüge nach allen Richtungen unternahm. Als ich selbst zu Korallenstudien 1901 in Tor weilte, konnte ich mich wiederholt davon überzeugen, in welch angenehmer Erinnerung die Beduinen den Verf. noch hatten. Aus dem konzentrierten Inhalt der Schrift, die für alle späteren Besucher der Halbinsel ein unentbehrlicher Führer sein wird, können hier nur einige Punkte hervorgehoben werden, die den Ref. besonders interessiert haben. Die kanonendonnerartigen Geräusche, die Kaiser zuweilen am Tage im Hochsommer in den Gebirgstälern gehört hat, würde ich vermutungsweise auf Abstürze zurückführen, die durch die starke Gesteinserwärmung veranlaßt werden. Von Säugetieren sind nur ca. 30 Arten beobachtet worden, darunter Panther, die gestreifte Hyäne, der Wolf, der *Hyrax syriacus*, die *Ibex sinaitica* (Steinbock), die Gazelle (*Antilope dorcas*) und mehrere Füchse. Löwen kommen nicht mehr vor. Von den ca. 190 Vogelarten finden sich 126 auch im europäischen Gebiet, 76 sind Brutvögel und nur 3 sind für die Halbinsel spezifisch. Ein Buschschlüpfer *Drymoeca inquieta* Rupp., *Carpodacus synaicus* Licht. und *Cacabis chukar* Bp. (Steinhuhn). Interessant ist, daß die Raben (*Corvus umbrinus*) vor Hunger zuweilen zu Raubvögeln werden und den weidenden Kamelen große Fleischstücke aus dem Rücken reißen. Giftschlangen sind sehr häufig. Die Hornviper springt meterweit nach dem Angreifer und beißt ihn ins Gesicht oder in die Hände oder Füße. Die Waraneidechse (*Varanus griseus*) ist ebenfalls wegen ihrer Angriffslust gefürchtet. Die Wanderheuschrecke überfällt den Sinai fast alle Jahre und zerstört nicht nur die Vegetation ganzer Landstriche, sondern sogar die Takelage der verankerten Segelschiffe und die mit Kohlen gefullten Säcke. Da Kaiser für das nächste Jahr eine vierte Reise plant, wünschen wir ihm auch bei dieser Gelegenheit vollen Erfolg! Quailles quetir, nischalla Allah! L. Plate, Jena.

Klut, H., Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Vierte neu bearbeitete Auflage. Mit 34 Textabbildungen. Berlin 1922, Julius Springer.

Jedem, der sich schnell und gründlich über die praktischsten Methoden der Wasseruntersuchung orientieren will, kann man das bekannte Klutsche Buch auf das angelegentlichste empfehlen. — Obwohl in erster Linie die Untersuchung an

Ort und Stelle berücksichtigt wird, so genügen die Ausführungen des Verfassers wohl in den allermeisten Fällen auch weiteren Anforderungen derjenigen Praktiker, die ihre Untersuchung im Laboratorium fortsetzen wollen, also Apothekern, Kreisärzten, Bezirkstierärzten usw. — Großes Gewicht legt der Verf. auf außerordentlich reichhaltige Literaturangaben, ein Vorzug des Buches für alle diejenigen, die sich eingehender mit der Materie zu beschäftigen wünschen. — Die Stellung des Verf. als Mitglied der preußischen Landesanstalt für Wasserhygiene, in der Bakteriologen, Botaniker, Zoologen, Chemiker und Techniker in ständiger Fühlung miteinander stehen, setzte ihn in die Lage, die Beurteilung des Wassers nicht einseitig vom chemischen Standpunkt aus zu behandeln; ferner war es ihm möglich, die vielen in dem Buche erwähnten praktischen und handlichen Apparate in der Anstalt jahrelang auszuproben, bevor sie im Handel erschienen und den Praktikern empfohlen wurden; ein Umstand, auf den hinzuweisen mir notwendig erscheint angesichts der gegenwärtigen Teuerungsverhältnisse.
Wächter.

Reling, H., und **Brohmer, B.,** Unsere Pflanzen in Sage, Geschichte und Dichtung. 3 Teile. 5. Auflage. 106 + 128 + 120 Seiten. Dresden 1922, L. Ehlermann.

Diese vorliegende 5. Auflage des bekannten Werkes erscheint jetzt in 3 Teilen und ist auch sonst in mannigfacher Beziehung verändert. Wenn in dieser Auflage die biologischen Tatsachen mehr als in den früheren berücksichtigt sind, so ist das zwar recht erfreulich, dient aber dem Zweck des Buches, wie ihn der Titel verheißt, so gut wie gar nicht. Wer sich über die Geschichte unserer Pflanzen und über die Volksbotanik (folkloristische Botanik) unterrichten will, der findet meist nur die alten, abgedroschenen, meist falschen Erklärungen und Deutungen. Um nur ein Beispiel zu nennen: Es ist völlig unerwiesen, daß die Schlüsselblume (Primula) von den alten Druiden unter allerlei geheimnisvollen Bräuchen gepflückt worden ist usw. Plinius (Hist. nat. XXIV, 104) sagt dies vielmehr von einer Pflanze „samolus", die aber sicher nicht eine Primula ist und übrigens auch nicht die Samolus Valerandi L. Die Quellen sind leider nur ganz ungenügend angegeben. Im allgemeinen zeigt das Werk ungefähr die gleichen Mängel, wie sie Ref. bei dem denselben Gegenstand behandelnden Buch von Söhns beanstanden mußte (Naturw. Wochenschr. N. F. 20 [1921], 360). Das Wertvollste an dem ganzen Buche dürfte die gute Auswahl der Gedichte, die über heimische Pflanzen handeln, sein.
Marzell.

Burckhardt-Erhard, Geschichte der Zoologie. Sammlung Göschen, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. In 2 kleinen Bänden. 9 M. der Band.

Erhard hat die Burckhardtsche Geschichte der Zoologie in 2. Auflage bearbeitet und ergänzt. In sehr ansprechender Schreibweise wird ein bei aller Kürze umfassender Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Tierforschung gegeben. Der über zwei Göschenbändchen verteilte Stoff ist in Urgeschichte, antike, mittelalterliche und neuzeitliche Zoologie gegliedert. Aus der Erkenntnis heraus, daß jeder wissenschaftliche Fortschritt an einzelne Persönlichkeiten gebunden ist, wird das Lebenswerk bedeutender Forscher eingehend gewürdigt. Das Werk ist aber nicht nur eine Zusammenstellung von Biographien, sondern gleichzeitig eine Geschichte der tierwissenschaftlichen Probleme, an deren Lösung die deutsche Forschung ruhmreich mitgearbeitet hat. „In den glücklichsten Jahren deutscher Geschichte, seit dem Jahre 1870, hat die deutsche Zoologie die Fackel allen übrigen Ländern vorausgetragen. Schon droht die amerikanische Zoologie sie zu überflügeln. Möge nie der »Geist« des Gerbers Kleon, der den allmählichen Niedergang der griechischen Biologie einleitete, auch über unsere deutsche Wissenschaft kommen und sie zum Veröden bringen." Das Werk kann warm empfohlen werden.
H. v. Lengerken.

Literatur.

Hunter, Waler S., Behavior Monographs Vol. 4, Nr. 4, 1922, Serial Number 20. Visual Perception of the Chick. Baltimore, Williams & Wilkins Company.

Morgan, Th. H., Die stofflichen Grundlagen der Vererbung. Deutsche Ausgabe von H. Nachtsheim. Mit 118 Abb. Berlin '21, Gebr. Borntträger. 69 M.

Sirks, M. J., Handboek der Algemeene Erfelijkheidsleer. Met 5 gekleurde Platen en 127 Afbeeldingen. s'Gravenhage '22, M. Nijhoff. 15 fl.

Rinne, Prof. Dr. F., Das feinbauliche Wesen der Materie nach dem Vorbilde der Kristalle. 2. u. 3. Aufl. Berlin '22, Gebr. Borntträger. 117 M.

Handbuch der Pflanzenanatomie, herausgegeben von K. Linsbauer. Allgemeiner Teil: Cytologie Band I (Bg. 1—12). Zelle und Cytoplasma von H. Lundegårdh. Mit 193 Textfiguren. Bd. II. Allgemeine Pflanzenkaryologie von G. Tischler. Berlin '21, Gebr. Borntträger. 225 M.

Inhalt: Fr. J. Meyer, Die Vitalhypothese Arthur Meyers. (14 Abb.) S. 633. A. Angersbach, Joseph Petzoldt. S. 640. — **Einzelberichte:** Fr. Ahlborn, Der Segelflug. S. 644. M. Popoff, Die Stimulierung (Hebung) der Zellfunktionen und ihre theoretische und landwirtschaftliche Bedeutung. S. 645. Wüst, Verdunstung und Niederschlag auf dem Meer. S. 646. — **Bücherbesprechungen:** A. Kaiser, Die Sinaiwüste. S. 647. H. Klut, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. S. 647. H. Reling und B. Brohmer, Unsere Pflanzen und Sage, Geschichte und Dichtung. S. 648. Burckhardt-Erhard, Geschichte der Zoologie. S. 648. — **Literatur:** Liste. S. 648.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 26. November 1922. | Nummer 48.

Wandernde Fledermäuse.

[Nachdruck verboten.]

Von **Hans Stadler.**

Daß Vögel ziehen und dabei oft riesenhafte Strecken durcheilen, ist jedermann geläufig. Nicht immer legen sie ihren Weg fliegend zurück; das Tüpfelsumpfhuhn läuft auch auf der Herbstwanderung stunden- und tagelang. Distelfalter, Weißlinge, Wasserjungfern, Heuschrecken, Ameisen wandern zuweilen in ungeheuren Scharen. Auch manche Säugetiere erfaßt der Zugtrieb: Die Hasen der Rhön ziehen sich im Herbst von den rauhen Höhen des Gebirges in die milderen Flußtäler des Mains und der Werra; Renntier und Sibirischer Lemming wandern im Zusammenhang mit dem nordischen Winter; im Kapland zogen ehedem Millionen von Springböcken, der Dürre des tropischen Sommers ausweichend, in wasserreichere, oft sehr weit entfernte Gebiete. Es ist daher nicht erstaunlich, daß auch Fledermäuse, diese flugbegabten nächtlichen Säugetiere, wandern. Was wir allerdings von ihren Wanderzügen wissen, ist mehr als lückenhaft, und die Berichte darüber sind so sparsam, daß es sich verlohnt, die bisherigen Mitteilungen hierüber zusammenzustellen und eine neue eigene Beobachtung mitzuteilen.

Von kurzen Wanderungen berichten Geisenheyner, Blasius und Brehm. Geisenheyner[1]) spricht (S. 15) von der eigentümlichen Gewohnheit der Teichfledermaus (Myotis dasycneme), „gegen Winter die von ihr im Sommer bewohnten wasserreichen Ebenen des oberen Rheins zu verlassen und ins Gebirge zu wandern", so daß „sie zur Zeit ihrer Winterruhe ebenso im Hunsrück gefunden werden könnte ... wie ... im Taunus und in noch weiter nördlich liegenden Gebirgen. . ." Blasius[2]) (S. 75) schreibt von der zweifarbigen Fledermaus (Vesperugo discolor = Vespertilio murinus): „Gloger gibt Gründe dafür an, anzunehmen, daß sie in Schlesien im Frühjahr aus der Ebene allmählich in die höheren Gebirge hinaufziehe." Derselbe Beobachter spricht auch von größeren Reisen gewisser Fledermäuse. So S. 70: „Es scheint, daß [die Bergfledermäuse] in der Art wie die Zugvögel mit ihrem Sommer- und Winteraufenthalt wechseln: im Herbst aus den Gebirgen in die Ebenen, aus nördlichen Gegenden in mildere wandern, und im Frühjahr oder Sommer, sobald die geeigneten Bedingungen eingetreten sind, dahin zurückkehren", und S. 72/73 erläutert er das an dem Beispiel von Vesperugo (Eptesicus) Nilssoni, der Umber- oder Nordischen Fledermaus. „Nach dem, was ich über diese Art im Norden von Rußland, wo sie die einzige dort vorkommende Fledermaus ist, erfahren habe, scheint sie, gleich den Zugvögeln, mit ihrem Aufenthalt für verschiedene Jahreszeiten auf große Entfernungen hin zu wechseln. Daran, daß sie von der Breite der Ostseeprovinzen bis in die Nähe des Weißen Meeres ziemlich überall verbreitet ist, scheint nicht zu zweifeln. Doch sieht man sie im Frühjahr und zu Anfang des Sommers nirgends in den nördlichen Gegenden ihres Verbreitungsbezirks. Darin stimmen die Aussagen der Nordrussen und meine eigenen Beobachtungen vollkommen überein. Ich habe im Norden von Rußland manche Nacht im Freien zugebracht und nie eine Fledermaus gesehen, obwohl mir aus denselben Gegenden im Spätsommer gefangene Tiere zugeschickt wurden. Erst im August, mit dem Eintritt der längeren, dunkleren Nächte, wird sie in den nördlichen Breiten sichtbar. Es scheint, als ob die taghellen kurzen Juni- und Julinächte einen früheren Aufenthalt im Norden nicht zuließen, dagegen diese Tiere teilweise in der 2. Hälfte des Sommers, nachdem die Jungen hinreichend erwachsen sind, wandernd an die nördlichen Grenzen ihrer Verbreitung hinaufziehen. Daß dabei Landstrecken von 10 Breitengraden durchzogen werden, scheint klar zu sein. Außer dem Renntier, das fast dieselben nordischen Gegenden bewohnt, ist kein Säugetier bekannt, das regelmäßig jährlich so große Strecken durchwandert." Leunis-Ludwig[3]) (Synopsis) S. 215 schöpft offenbar aus Blasius, wenn er bemerkt: „Vesperugo Nilssonii wechselt ähnlich den Zugvögeln ihren Aufenthalt. . . . V. discolor: Auch sie scheint ähnlich wie V. Nilssonii zu wandern." In Brehms[4]) Tierleben S. 382 heißt es: „Es ist sehr wahrscheinlich, daß weit mehr unserer Flattertiere, als wir annehmen, wandern, obschon in beschränkterer Weise als die Vögel. Daß einige Fledermäuse bei uns manchmal von der Höhe zur Tiefe und umgekehrt ziehen, ja daß sie gegen den Winter hin nach südlicher gelegenen Gegenden pilgern, war längst bekannt. Mitunter nämlich findet man im Sommer Fledermäuse in einer Gegend, wo sie zu anderen Jahreszeiten nicht vorkommen. So verschwindet laut Koch die

[1]) Geisenheyner, Ludwig, Wirbeltierfauna von Kreuznach. II. Teil: Säugetiere. Wissenschaftliche Beilage Gymnasium Kreuznach 1891.

[2]) Blasius, Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands 1857.

[3]) Leunis-Ludwig, Synopsis der Tierkunde I. 3. Aufl. 1883.

[4]) Brehms Tierleben 4. Aufl., Bd. 10.

Umberfledermaus ... aus einem großen Teile des nördlichen Rußland, wandert bis Schlesien, Mähren, Oberfranken, ja selbst bis in die Alpen und überwintert hier. Ebenso sieht man die Teichfledermaus ... während des Sommers immer in den norddeutschen Ebenen über Flüsse und Seen hin- und herfliegen, begegnet ihr aber um diese Zeit nur ausnahmsweise in den Gebirgen Mitteldeutschlands, wogegen im Winter Felsenhöhlen dieser und anderer Gebirge gerade von ihr sehr häufig zum Überwintern benutzt werden. In den Wäldern Hessens hält es äußerst schwer, im Winter eine Vesperugo noctula Schreb. aufzutreiben, obgleich Baumhöhlen genug da sind, die zu ihrem Aufenthalt geeignet erscheinen; im Sommer dagegen sieht man diese Fledermaus häufig genug über den Waldungen umherschwärmen, und im Taunus und im Lahntal überwintert sie regelmäßig, ohne daß im Sommer eine größere Anzahl von ihnen vorhanden sein dürfte als dort, wo sie nicht überwintert. Wenn die Beobachtungen über das Wandern der Fledermäuse nicht so schwierig wären und öfters darauf geachtet würde, dürfte eine größere Anzahl von geeigneten Beispielen vorliegen als jetzt noch der Fall ist." Leydig[5]) berichtet S. 213, Anmerkung: „Die südliche Fledermaus Dysopes Cestonii (jetzt: Nyctinomus taeniotis Rafinesque), seinerzeit von Savi beschrieben, wurde vor einigen Dezennien in Basel gefangen (G. Schneider, 1870). Doch ist es bei dem einzigen Fall geblieben." Dieser Fall beweist, daß Fledermäuse zuweilen die Alpen überfliegen, ähnlich gewissen Nachtfaltern (Totenkopf, Oleander- und Livornoschwärmer) und einer Feldheuschrecke des Südens, Acridium aegypticum.

Gegen die Behauptung ausgedehnter Wanderzüge der Fledermaus erhebt Jäckel[6]) Einwendungen (S. 44): „Blasius vermutete, daß diese Art den Zugvögeln gleich mit ihrem Aufenthalt in den verschiedenen Jahreszeiten wechselt, also ein Zugtier, wie das Renntier, sei und jährlich große Strecken bis zu 10 Breitengraden durchwandere. Mit Gewißheit behauptet das Blasius nicht, aber nach einer Reihe von Sätzen mit: Es scheint nicht zu zweifeln, daß usw., es scheint als ob usw., es scheint klar zu sein usw., kommt er zu dem Schluß, daß V. Nilssonii zu ziehen scheine. Anderen Forschern, namentlich Kolenati, der unsere Fledermaus in Mähren und Schlesien gefunden, genügten diese Vermutungen und wurde ihr sofort die Eigenschaft des Wandertieres in großartigem Maßstabe zugesprochen und behauptet, sie ziehe in Mähren nur durch und in Schlesien sei sie Wintergast. Inzwischen wurde das Tier von Blasius in den Alpen gefunden und von Karl Koch im April 1863 ... bei Dillenburg geschossen.... Am 8. August 1852 wurde in Memmingen ein Exemplar gefangen ... bei Wassertrüdingen ... und im Herbst 1860 ein junges Männchen von Regensburg ... So ist denn die sog. nordische Fledermaus in Bayern im Frühling, Sommer und Herbst, und da man, wo es sich um Fledermäuse handelt, auch noch den April zu den Wintermonaten rechnen darf, auch im Winter beobachtet worden, weshalb mir die Annahme, daß sie im Sommer weit gegen Norden vorkomme, den Winter in wärmeren Gegenden zubringe und in Süddeutschland nur auf der Durchreise angetroffen werde, als unhaltbar erscheint." Auch Brehm[4]) schließt sich (S. 462/63) diesen Zweifeln an: „Wenn Umberfledermäuse überwinternd in Schlesien, im April in Mähren, Nassau und in Baiern (Mittelfranken), im Mai in Mähren und Baiern (Regensburg), im Sommer in der Schweiz, am 7. August in Oberungarn und am 8. August in Schwaben beobachtet wurden, wo sie doch nach Blasius schon in Norddeutschland sein sollten, so begreift man nicht, wie sie noch in demselben Monat an das Ziel ihrer Reise gelangen können. Das hierzu erforderliche Flugvermögen scheint mir kein Flattertier zu besitzen, zumal es auf der Reise den Tag über ruhen und schlafen und in den 9—10 Stunden langen Augustnächten auf jeder Raststation 2—3 Stunden auf Insektenjagd verwenden müßte, und Gewitter, starker Regen, widriger Wind ihnen in mancher Nacht die Fortsetzung der Reise unmöglich machen würde. Daß sie aus den Ostseeprovinzen und Ländern gleichen Breitengrades im August nach dem Norden Rußlands bis zum Weißen Meere zieht, demnach wirklich wandert, soll nicht in Abrede gestellt werden."

Ich kann nun eine neue Beobachtung mitteilen über Fledermauszug, eine Beobachtung, die ein sehr zuverlässiger fränkischer Feldornithologe, Herr Otto Hepp in Neuendorf am Main, seinerzeit gemacht hat. „Von Jugend auf", so berichtet Hepp, „habe ich auf Vögel geachtet, angeregt von Vater und Großvater, die auch schon „Vogelsnarren" waren wie ich und jetzt wieder mein 13jähriger Sohn. So sah ich schon als Kind Krähen und Wildgänse, Lerchen und Schwalben ziehen. Ums Jahr 1890, etwa Ende September, an einem schönen Herbsttag mittags, flog ein Schwarm von einigen Hundert Mehlschwalben langsam gerade über mir weg von Ost nach West, vielleicht 60—70 m hoch. Aus diesem Schwarm kamen mehrmals scheinbar einzelne Schwalben heraus, begleiteten die geschlossene Schar ein Weilchen und tauchten wieder in die Masse der anderen ein. An dem Hackenschlagen und mit meinen sehr scharfen Augen erkannte ich sofort zu meinem Erstaunen, daß diese sich absondernden und zum Schwarm wieder zurückkehrenden Tiere Fledermäuse waren, die wohl Mücken in der Luft fingen. Nun erkannte ich Fledermäuse auch mitten in der Schwalbengesellschaft: sie waren leicht zu unterscheiden, weil sie etwas stärker (größer) waren als die Vögel. Es waren ihrer viele in dem Schwarm. Ich stelle mir vor, so

[5]) Leydig, Horae zoologicae 1880.

[6]) Jäckel, A. J., Die Säugetiere der drei fränkischen Kreise Baierns. 9. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Bamberg 1870.

gewagt es vielleicht auch erscheinen mag, daß auf solchem gemeinsamen Zug die Schwalben bei Tag den Weg weisen, die Fledermäuse nachts."

An dieser Beobachtung erscheint dreierlei neu und auffallend. Erstens: ein nächtliches Tier wie die Fledermaus fliegt bei Tage, wo sie doch nach allgemeiner Meinung ruhen müßte. Zweitens: ein allerdings flugbegabter Säuger zieht mit Angehörigen einer ganz anderen Wirbeltiergruppe, mit Vögeln, Mehlschwalben. Drittens: zeigt die Beobachtung Fledermäuse auf dem herbstlichen Fernzug nach Westen, und schließlich: sie fliegen zusammen mit Schwalben; in deren Gesellschaft müssen sie sehr schnell fliegen und sehr ausdauernd, denn die Schwalben legen auf dem Zug vermutlich ohne Unterbrechung oft Hunderte von Meilen zurück. — So allein, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte, steht die Beobachtung jedoch nicht. Ich selbst habe Fledermäuse im Herbst wie im ersten Frühjahr nicht nur an Nachmittagen, also nahe dem Einbruch der Dämmerung, stundenlang auf Kerbtiere jagen sehen, sondern auch in den Vormittagsstunden. Und Fr. W. Eckardt,[7]) der bekannte vogelkundige Meteorologe, schreibt: „Zu Anfang Juli 1921 waren im südlichen Thüringen die Nächte sehr kühl. Zusammen mit den Schwalben suchten daher im warmen Sonnenschein in den Vormittags- und Mittagsstunden Fledermäuse über der Werra und dem Kanal ihre Nahrung. Dabei konnte ich beobachten, wie die Fledermäuse größere fliegende Insekten, etwa vom Umfang unserer Stubenfliege, bereits aus 3—4 m Entfernung wahrnahmen." Und Jäckel[6]) sagt auf S. 42: „Bei Neuhaus sah ich [Vesperugo noctula] am 27. September und 21. Oktober 1856 und am 20. April 1857 schon nachmittags zwischen 3 und 4 Uhr, am letztgenannten Tag bei herrlichem Wetter und Sonnenschein auch gegen Abend über den dortigen Weihern in großer Anzahl fliegen." Ähnlich Blasius[2]) S. 21: „Die größte Gewandtheit und Schnelligkeit im Flug hat entschieden Vesperugo noctula: Man sieht sie zuweilen schon vor Sonnenuntergang turmhoch und in raschen kühnen Wendungen mit den Schwalben umherfliegen; und diese Art hat den verhältnismäßig schlanksten und längsten Flügel, über 3mal so lang als breit." Diese drei zuverlässigen Beobachter berichten also übereinstimmend, daß Fledermäuse am hellen Tag, auch vormittags, stundenlang fliegen, und melden sogar Fledermäuse in ebenfalls stundenlanger Gesellschaft von Schwalben, so daß eine Art Lebensgemeinschaft beider einander sonst so fernstehender Tierarten nicht zu bestreiten ist, und wenn beide die Nahrungssuche für viele Stunden an den gleichen Orten zusammenführt, so ist nur ein Schritt zu der Möglichkeit, daß auch ein gemeinsames Reiseziel sie vereinigt. Und Eckardts Mitteilung, daß seine Fledermäuse Insekten auf 3—4 m wahrnehmen, stimmt vortrefflich zu der Beobachtung in unserem Fall, daß die Fledermäuse das geschlossene Geschwader verließen und seitlich ausschwärmten, weil sie des Wegs kommende Mücken rechtzeitig erblickten! — Ohne weiteres drängt sich sodann der Vergleich auf mit den Verhältnissen in der Vogelwelt. Wie hier ein nächtliches Tier bei Tag wandert, so ziehen alljährlich Millionen von Tagvögeln ins Winterquartier und nach den Brutplätzen nachts, selbst in den finstersten Neumondnächten — Schwalben, Lerchen, Pieper und Bachstelzen, Finkenvögel, Goldhähnchen, Raubvögel, Tauben! Auf dem Wanderzug halten Vögel ganz verschiedener Arten zusammen — nicht nur Saatkrähen und Dohlen, Stock- und Krickenten, Steppen- und Sandflughühner: auch Stare und Krammetsvögel, Stare und Krähen, Stare und Kiebitze; Meisen, Baumläufer, Kleiber und Spechte! Bleibt noch die Frage, ob Fledermäuse die Kraft aufbringen können, mit so schnell fliegenden Vögeln wie Schwalben stundenlang Schritt zu halten? Hierzu läßt sich sagen: Tiere, die nachts auf Jagd nach anfliegenden Kerfen viele Stunden hindurch eine Bogenlampe rastlos umstreifen in hastigem Flug — warum sollten die nicht die Flügelkraft besitzen, auf der Wanderung stundenlang schnell dahinzueilen? Die Vogelwelt liefert uns da wieder vortreffliche Seitenbeispiele und noch weit überraschendere Tatsachen. Es ist selbstverständlich, daß Sänger, Finken, Schnepfen, Regenpfeifer, Möven, die im Brutgebiet immerfort unterwegs sind und im Lauf eines Tages insgesamt 100 km verfliegen, auf dem Zug diese Strecken in einer Richtung zurücklegen. Aber noch mehr. Arten, die nur schlecht und im Brutgebiet wie im Winterstandort nur wenig fliegen: Teichhühner und Blässen, die Sumpfhühnchen; Arten, denen nur kleine schwache Flügel eigen sind: Steißfüße und Seetaucher; Arten, die zur Brutzeit monatelang überhaupt nicht fliegen: der Wachtelkönig, die Wachtel — ihnen allen wächst mit dem Zugtrieb die Flügelkraft ins Unfaßliche, so daß sie, die schlecht und selten fliegenden Geschöpfe, auf einmal die Fähigkeit bekommen, 1000 Meilen nachts in wenigen Tagen fliegend zu bewältigen. So von Grund aus gestaltet die Natur den Instinkt von Tieren um, wenn die Erhaltung der Art in Frage steht. Was in der Vogelwelt den Flugstümpern gelingt, sollte so glänzenden Fliegern wie Fledermäusen unmöglich sein?

Eine wirkliche Mehrung unseres Wissens durch unsere Beobachtung ist, daß in unseren Breiten Fledermäuse zum erstenmal auf dem Fernzug unmittelbar gesehen worden sind, daß sie sich, wie Vögel, zu einer größeren Gesellschaft vereinigt (und sich dann abermals einem Schwalbenschwarm angeschlossen) hatten; und daß sie nach Westen zogen — also die Zugrichtung einhielten, die jahraus jahrein zahllose Vogelscharen auf der Herbstwanderung einschlagen. Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß sie ein Flußtal, den Main entlang, also auf einer Zugstraße flogen. Diese

[7]) Eckardt, F. W., Ornith. Monatsschrift 1922.

Feststellung: ein Trupp Fledermäuse in weit entlegene westliche Winterstandorte reisend — ist für Europa jedenfalls neu. Sonst ist sie jedoch keineswegs die einzige oder erste ihrer Art. Denn Brehm[4]) S. 382 schreibt: „In heißen Ländern, wo die Fledermäuse in so großer Menge auftreten, fällt ihr Wandern mehr auf. Viele ziehen sich zur Zeit der Dürre in das Gebirge, andere suchen ferne Gegenden mit der von ihnen vorher bewohnten zu vertauschen, kehren aber nach einiger Zeit wieder dahin zurück; einige scheinen in den kälteren Jahreszeiten dem Äquator näher zu rücken, und wieder andere ziehen in den wärmeren Monaten naeh kühleren Gegenden oder höher nach dem Gehirge. In manchen Fällen scheint der Grund des Ortswechsels in den klimatischen Verhältnissen zu liegen; in den meisten Fällen aber ziehen unsere Tiere den Insekten nach. Für nordamerikanische Fledermäuse hat Hart Merriam regelmäßige Wanderungen nachgewiesen, und zwar sind es nach seinen Forschungen in erster Linie die Baumhöhlenbewohner, die wandern; denn in ihren Verstecken sinkt die Temperatur mit der äußeren Luft, während sie sich in tieferen unterirdischen Höhlen eher in gewissen mäßigen Grenzen hält. Diese Winterwanderungen nordamerikanischer Fledermäuse dehnen sich bis auf die Bermudainseln aus, und die Tiere erscheinen bei dieser Gelegenheit regelmäßig an gewissen einsamen Leuchttürmen. Für flugbegabte Warmblüter gibt es eben außer dem Winterschlaf noch eine zweite Möglichkeit, über Kälte und Nahrungsmangel hinwegzukommen: die Wanderung, und es ist nicht mehr wie natürlich, daß auch dieses Mittel von Fledermäusen angewandt wird. So liefern sie annähernd eine Parallele zu den Zugvögeln."

Über Lichtablenkung nahe der Sonne und Perihelbewegung.

Nachtrag zu dem Aufsatz in Heft 23.

Von **S. v. Kobbe,** Coblenz.

[Nachdruck verboten.]

Mit 1 Abbildung.

In Heft 23 dieser Zeitschrift hatte ich versucht, eine einfache Herleitung für die Ablenkung des Fixsternlichtes im Schwerefeld der Sonne zu geben. Ausgehend von der Newtonschen Mechanik ging ich zur speziellen Relativitätstheorie über und zwar mit Hilfe der Beschleunigungsgleichungen. Da hiergegen sich manches einwenden läßt, liegt es mir daran, zu zeigen, daß auch allein mittels der Zeitänderung, wie sie die spezielle Relativitätstheorie fordert, das gleiche Ergebnis erzielt wird. Nach der Newtonschen Mechanik ist — wie dort abgeleitet — die Bahn des Lichtstrahls von einem Fixstern dicht am Sonnenrande vorbei nach der Erde eine flache Hyperbel, deren Gleichung lautet:

$$(1) \qquad r(1+\varepsilon\cos\psi) = r_0(1+\varepsilon)$$

Hierin bedeuten:

r, ψ = Polarkoordinaten. Nullpunkt: Sonnenmitte.

$\varepsilon = 472\,000$ = Exzentrizität.

$r_0 = 695\,400$ km = Halbmesser der Sonne.

Ist: $A_0 = \frac{\varrho}{\varepsilon}$; wo: ϱ = arcrad. in Sek., so ist

$2A_0$ die gesuchte Ablenkung in Bogensekunden dicht am Sonnenrande. Wir fanden:

$$(2) \qquad \text{Ablenkung} = 2A_0 = 0{,}87''$$

Beim Übergang zur Relativitätstheorie schlagen wir nun einen anderen Weg ein. In den Lorentz-Transformationen:

$$t'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = t - \frac{vx}{c^2}; \quad x'\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = x - vt$$

wird für die Bewegung eines Massenpunktes:

$x' = 0$; also: $x = vt$; und daher:

$$(3) \quad t' = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}; \text{ oder: } t - t' = t\left(1-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$$

Gesetzt: $t' = t - q$; so wird:

$$(4) \quad q = t\left(1-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right); \text{ oder: } t+q = t\left(2-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$$

Hier stellt q die Verlängerung der Zeit t im Sinne der Relativitätstheorie dar. Für ein Bogenelement der krummlinigen Bahn eines Massenpunktes gilt daher:

$$(5) \qquad d(t+q) = dt\left(2-\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$$

Nach dem 2. Keplerschen Gesetz ist für Zentralbewegungen:

$$(6) \qquad \frac{r^2 d\psi}{dt} = \text{Constant.}$$

Hier bedeutet r einerseits die Entfernung: Sonnenmitte—Fixstern, andererseits die Entfernung: Sonnenmitte—Erde. Da gegen die Entfernung nach dem Fixstern der Halbmesser der Sonne verschwindet, so wird auf dieser Seite:

$$\psi = \frac{\pi}{2} + \frac{A_0}{\varrho}.$$

Gegen die Entfernung ($r = e$) Sonne—Erde darf der Sonnenhalbmesser r_0 unmittelbar nicht vernachlässigt werden, hier wird:

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{r_0}{e} + \frac{A_0}{\varrho};$$

aber der Summand $r_0 : e$ bleibt ungeändert, ob wir nach Newton, oder nach der Relativitätstheorie rechnen. Nur auf die Änderung p von A_0 kommt es an. Somit ist beiderseits der Sonne r als konstant anzusehen. Dann folgt nach (6):

$$(7) \qquad \frac{dA_0}{dt} = \frac{d(A_0+p)}{d(t+q)}; \text{ Winkel in Sekunden.}$$

Nach (5) und (7) haben wir:

(8) $d(A_0 + p) = dA_0\left(2 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)$; und durch Integration:

(9) $A_0 + p = A_0\left(2 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right)$; Const. = 0.

Handelt es sich um einen Lichtstrahl, so ist zu setzen:

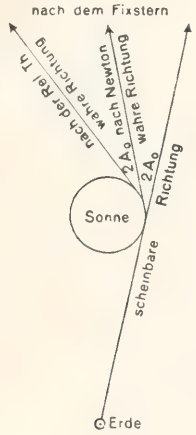
$$v = c; \quad \text{und es wird:}$$

(10) $$A_0 + p = 2A_0.$$

Das besagt: Ist auf Grund der Newtonschen Mechanik die (2) Lichtablenkung $= 2A_0 = 0{,}87''$ berechnet, so ergibt die Relativitätstheorie die

(11) Ablenkung: $2(A_0 + p) = 4A_0 = 1{,}74''$

Dies ist das gleiche Ergebnis, wie es auch auf Grund der Allgemeinen Relativitätstheorie berechnet worden ist.



Lichtablenkung nahe der Sonne.

Zur Berechnung der Perihelbewegung elliptischer Bahnen haben wir die Gleichungen:

(12) $r = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{1+\varepsilon\cos\psi}$; $\quad \frac{dr}{d\psi} = \frac{a(1-\varepsilon^2)\varepsilon\cdot\sin\psi}{(1+\varepsilon\cdot\cos\psi)^2}$

wo: 2a = große Achse der Bahnellipse, und es ist:

(13) $$\frac{r^2 d\psi}{dt} = \frac{2\pi a^2\sqrt{1-\varepsilon^2}}{T} = \text{Const.}$$

T = ganze Umlaufszeit, also:

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{2\pi(1+\varepsilon\cdot\cos\psi)^2}{T(1-\varepsilon^2)^{3/2}};$$

$$\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2 = \frac{4\pi^2(1+\varepsilon\cdot\cos\psi)^4}{T^2(1-\varepsilon^2)^3}$$

Weiter wird:

$$v^2 = \frac{r^2 d\psi^2 + dr^2}{dt^2} = r^2\frac{d\psi^2}{dt^2} + \left(\frac{dr}{d\psi}\right)^2\cdot\left(\frac{d\psi}{dt}\right)^2$$

$$v^2 = \frac{4\pi^2 a^2(1+\varepsilon\cdot\cos\psi)^2}{T^2(1-\varepsilon^2)} + \frac{4\pi^2 a^2}{T^2(1-\varepsilon^2)}\varepsilon^2\sin^2\psi$$

(14) $$v^2 = \frac{4\pi^2 a^2(1+\varepsilon^2)}{T^2(1-\varepsilon^2)} + \frac{8\pi^2 a^2}{T^2(1-\varepsilon^2)}\varepsilon\cdot\cos\psi$$

In (13) ist r die Entfernung des Planeten von der Sonne, die an einem bestimmten Bahnpunkt gleich sein muß, ob man sie nach der Newtonschen Mechanik, oder nach der Relativitätstheorie berechnen würde. Daher ist in (13) r als konstant anzusehen, und nur auf die Änderung p von ψ kommt es an. Somit gilt, vgl. (7):

(15) $\frac{d\psi}{dt} = \frac{d(\psi+p)}{d(t+q)}$; und nach (55):

(16) $d(\psi+p) = d\psi\left(2 - \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\right)$

Da v gegen c immer sehr klein ist, so dürfen wir ohne merklichen Fehler die höheren Potenzen von $v^2 : c^2$ vernachlässigen und schreiben:

(17) $d(\psi+p) \quad d\psi\left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right)$

Hierin ist der Wert für v^2 aus (14) einzusetzen:

$$d(\psi+p) = d\psi\left(1 + \frac{2\pi^2 a^2(1+\varepsilon^2)}{c^2T^2(1-\varepsilon^2)} + \frac{4\pi^2 a^2\varepsilon\cdot\cos\psi}{c^2T^2(1-\varepsilon^2)}\right)$$

Die Integration ergibt:

(18) $$p = \frac{2\pi^2 a^2(1+\varepsilon^2)}{c^2T^2(1-\varepsilon^2)}\psi + \frac{4\pi^2 a^2\varepsilon\cdot\sin\psi}{c^2T^2(1-\varepsilon^2)};$$

Const. = 0.

Für einen ganzen Umlauf wird $\psi = 2\pi$; also:

(19) $$p = \frac{4\pi^3 a^2(1+\varepsilon^2)}{c^2T^2(1-\varepsilon^2)}$$ in Bogensekunden.

Ist zurzeit t = o die Gleichung der Bahnellipse:

(12) $$r = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{1+\varepsilon\cdot\cos\psi};$$

so heißt sie zurzeit t > o:

(20) $$r = \frac{a(1-\varepsilon^2)}{1+\varepsilon\cdot\cos(\psi+p)};$$

worin p nach (18) zu berechnen ist.

Da nun weder Größe (a) noch Form (ε) der Bahn sich geändert haben, so sind die Gleichungen (12) und (20) nur dann widerspruchsfrei, wenn in der Zeit t die ganze Ellipse gegen die Nullrichtung ($\psi = o$), die zurzeit t = o durch das Perihel ging, eine Drehung p um die Sonnenmitte ausgeführt hat. Das Perihel ist um den Winkel p unter den Fixsternen vorgerückt. Ist T die Umlaufzeit, an den Fixsternen gemessen, so ist T + q die Zeit, während welcher der Planet von Perihel zu Perihel wandert.

Formel (19) liefert die Perihelbewegung für einen Umlauf T und entspricht in ihrem zahlenmäßigen Betrage einer Formel, die Herr Prof. Dr. Sommerfeld ebenfalls auf Grund der speziellen Relativitätstheorie aber auf anderem Wege hergeleitet und für die von ihm entdeckten Ellipsen-

bahnen der Elektronen um den Atomkern benutzt hat. Im Vergleich mit dem Ergebnis der Allgemeinen Relativitätstheorie gibt Gleichung (19) wesentlich kleinere Werte — wenigstens für Planetenbahnen, deren Exzentrizität klein ist —, so z. B. für den Planeten Merkur: 7,45" in 100 Jahren.

Einzelberichte.

Neuere Forschungen zum Ökonomieprinzip.

Die neuere Naturphilosophie ist im Gegensatz zu der in der Mitte des 19. Jahrhunderts herrschenden spekulativ gerichteten dadurch charakterisiert, daß sie in engstem Zusammenhange mit der einzelwissenschaftlichen Forschung steht. Bezeichnend hierfür ist die Tatsache, daß naturphilosophische Probleme jetzt ebenso oft von Vertretern der Einzelwissenschaften wie von Philosophen in Angriff genommen werden. Einer der ersten Bahnbrecher dieser neuen Naturphilosophie war Ernst Mach. Unter den mannigfachen Anregungen, die er gegeben hat, ist besonders sein „Prinzip der Ökonomie des Denkens" bekannt geworden und seitdem für die Theorie, insbesondere der exakten Naturwissenschaften, zu entscheidender Bedeutung gelangt. Mach bezeichnet „die ökonomische Darstellung des Tatsächlichen als die wesentliche Aufgabe der Wissenschaft".[1]) Freilich bleibt bei dieser Formulierung noch manches zu fragen übrig. Was heißt es, Tatsachen ökonomisch darstellen? Wie steht diese Aufgabe zu den anderen Aufgaben der Wissenschaft? usw. So ist es denn kein Wunder, daß, so sehr das Ökonomiegesetz auch bei den verschiedensten Denkern eine Rolle spielt, darunter durchaus nicht immer dasselbe verstanden wird. Zum Beispiel lehnt H. Cornelius die biologistische Theorie, die das Prinzip bei R. Avenarius findet, ausdrücklich ab.

Im folgenden soll nun hingewiesen werden auf einen neuerdings gemachten Versuch, durch tiefergehende Analyse den wirklich fruchtbaren Kern des Prinzips klarzustellen.

Der Münchener Mathematiker H. Dingler hat soeben eine Schrift erscheinen lassen „Relativitätstheorie und Ökonomieprinzip" (Hirzel, Leipzig 1922, 77 S.), die in wesentlich erweiterter Form diejenigen Probleme behandelt, über die Dingler auf der Jenaer Tagung der deutschen physikalischen Gesellschaft 1921 unter dem Titel „Die Rolle der Konvention in der Physik"[2]) vorgetragen hat.

Daß Konventionen in der Physik eine große Rolle spielen, so führt der Verf. aus, ist eine bekannte Tatsache. Aber erst Poincaré legt den Konventionen eine für die Theorie der physikalischen Wissenschaft geradezu ausschlaggebende Bedeutung bei. In „Wissenschaft und Hypothese" (deutsch von v. Lindemann 1904) legt er dar, daß sogar die Frage nach der geometrischen Natur unseres Raumes dahin zu beantworten sei, daß es sich hier lediglich um eine konventionelle Abmachung handle. Die euklidische Geometrie ist ebensogut durchführbar wie eine nichteuklidische. Die nun sofort auftauchende Frage, welche von den verschiedenen möglichen Geometrien der Physiker denn wählen wird, beantwortet Poincaré dadurch, daß er sagt: die euklidische, denn diese ist die einfachste. Daß sie die einfachste ist, kann mir freilich nur die Erfahrung zeigen, denn a priori kann ich nur sagen, daß die euklidische Geometrie als mathematische Theorie möglich ist; ob sie aber für die Darstellung der physikalischen Tatsachen sich geeignet erweisen wird, das muß mir erst die Erfahrung lehren. Es hat sich nun eben gezeigt, daß sie am vorteilhaftesten, am bequemsten ist, und darum wird sie gewählt.

Mit diesem letzten Teile der Poincaréschen Auffassung setzt sich Dingler kritisch auseinander. Gewiß verlangt das Prinzip der Ökonomie, wenn wir zwischen verschiedenen „logischen Hohlformen", Mathematiken, Physiken, Mechaniken die Wahl haben, welche wir in der Wirklichkeit zur Durchführung bringen wollen, daß wir die einfachste wählen. Aber eben das so formulierte Ökonomieprinzip kann noch etwas sehr Verschiedenes bedeuten, nämlich: „I. Diese Hohlform, dieses Schema wird bestimmt durch die Forderung, auf einfachste Weise die vorhandenen ‚Tatsachen' darzustellen. II. Dieses Schema wird bestimmt durch die Forderung, daß seine eigenen Grundlagen nach logischen Regeln und nach rein praktischen, von jeder generellen Erfahrung unabhängigen Gesichtspunkten die einfachst denkbaren sind."

Bezeichnen wir die Ansicht I als die der außenbestimmten Einfachstheit, die Ansicht II als die der „innenbestimmten Einfachstheit", so gilt es, zwischen beiden zu entscheiden.

Dingler sucht nun im Gegensatz zu Poincaré die Ansicht II als die richtige zu erweisen. Der Gedankengang ist folgender: Das Problem der Geometrie unseres Raumes fällt zusammen mit dem Problem des sogenannten starren Körpers. Es handelt sich also um die Frage: Kann ich den starren Körper durch das Experiment feststellen, oder kann die Erfahrung mir wenigstens lehren, wie ich den starren Körper zweckmäßigerweise definiere? Ehe man die Antwort auf diese allgemeine Frage gibt, kann man zunächst einmal rein tatsachenmäßig feststellen,

[1]) Mach, Analyse der Empfindungen. 6. Aufl. 1911, S. 40.

[2]) Abgedruckt in Physik. Zeitschr. 23, 47, 1922.

wie die Herstellung des starren Körpers in den Fabriken für Präzisionsinstrumente geschieht. Es zeigt sich nun, daß diese Herstellung unter Exhaustion der euklidischen Geometrie vorgenommen wird, d. h. von zwei Körpern wird derjenige als der starrere angesehen, der den Gesetzen der euklidischen Geometrie in höherem Maße genügt. Es dient hier also, wenn auch meist unbewußt, das Erfülltsein der euklidischen Geometrie als Definition des starren Körpers. Nun freilich bleibt noch die allgemeinere und schwierigere Frage: Muß das so sein?

Man konnte vielleicht versucht sein, diese Frage zu verneinen und zu behaupten, der natürliche Weg sei, einfach empirisch den starren Körper festzustellen. Nun ist aber zu beachten, daß der Terminus „starrer Körper" nur eine symbolische Ausdrucksweise ist, denn der starre Körper kann beliebig weich sein; worauf es ankommt, ist nur, daß er keine Gestaltsveränderung, d. h. keine geometrische Veränderung erfährt. Das ist aber gleichbedeutend damit, daß er bei jedesmaliger Nachprüfung den Gesetzen einer bestimmten Geometrie genügt, nämlich derjenigen, die zu seiner Definition dient. Diese logische Definition des starren Körpers ist dann der Bestimmung der Geometrie des Raumes gleichwertig. Der Plan, den starren Körper empirisch festzustellen, muß also so lange scheitern, als ich nicht eine Definition des starren Körpers habe. Diese aber empirisch zu finden, ist unmöglich, denn ich könnte sie höchstens aus der geometrischen Natur des Raumes entnehmen wollen, was aber wieder den starren Körper voraussetzen würde. So bleibt uns also nichts anderes übrig, als von uns aus eine bestimmte Geometrie als Kriterium des starren Körpers festzusetzen. Leitet uns nun bei dieser Wahl das Ökonomieprinzip, so werden wir zu der einfachsten und damit zur euklidischen Geometrie greifen. Dann erst haben wir die Möglichkeit, den starren Körper wirklich herzustellen, denn daß ein unserer Definition genügender starrer Körper in der Wirklichkeit vorhanden ist, ist freilich möglich, braucht aber nicht so zu sein.

Die Einführung der euklidischen Geometrie erfolgte, wie wir sahen, unter Anwendung des Ökonomieprinzips, und zwar in seiner zweiten Form als Forderung nach innenbestimmter Einfachstheit. Tatsächlich ist nämlich die Forderung außenbestimmter Einfachstheit für die Wahl der Geometrie gar nicht erfüllbar, denn diese Forderung setzt folgendes voraus: Eine gewisse Menge von Tatsachenmaterial liegt uns bereits vor. Das Schema ist dann so zu wählen, daß diese Tatsachen darin in einfachster und vollständigster Weise zusammengefaßt werden. Solche von jedem Schema, jeder Messungsbasis unabhängige Tatsachen gibt es nun selbstverständlich auch; hierher gehören nämlich die einfachen phänomenologischen Tatbestände, etwa die Wahrnehmung, daß die Quecksilbersäule in einem Thermometer bei Erwärmung steigt. Aber, für die Physik wenigstens bedarf es nicht nur solcher phänomenologischer Feststellungen, sondern es bedarf quantitativ durchgeführter Messungen! Diese aber erfordern bereits den starren Körper, denn alle Meßinstrumente sind ja nur spezielle Formen des starren Körpers, und insofern steckt in allen begrifflich formulierten und quantitativ festgestellten Tatbeständen der starre Körper bereits darin! Habe ich nun aber einmal bei diesen Messungen denjenigen starren Körper gebraucht, der durch das Erfülltsein der euklidischen Geometrie definiert ist, dann kann ich nicht hinterher irgendwelche Resultate, die etwa nicht gleich erklärbar sind, durch Einführung einer nichteuklidischen Geometrie und damit eines ganz anderen starren Körpers erklären wollen. An dieser Stelle führen die Dinglerschen Überlegungen zur Ablehnung der Relativitätstheorie.

Die bisherigen Darlegungen umfassen den ersten Teil der vorliegenden Schrift; ein zweiter Teil geht auf naheliegende Einwände ein.

Man wird etwa sagen, das angegebene Verfahren der Exhaustion sei doch früher nicht bekannt gewesen; trotzdem aber habe man schon immer starre Körper hergestellt, und zwar sogar mit ständig steigender Genauigkeit. Gewiß ist das so; man hat vielleicht ursprünglich Stein oder Stahl, der dem Tastsinne besonders hart erschien, ausgewählt und daraus Lineale, Ebenen und Zirkel angefertigt. Mit diesen Instrumenten wurden dann Zeichnungen ausgeführt, und es stellte sich heraus, daß diese die Gesetze der euklidischen Geometrie meist erfüllten; nicht immer, aber die Ausnahmen wurden eben auf fehlerhafte Instrumente zurückgeführt, etwa darauf, daß die zur Anfertigung verwandte Sorte Stahl ungeeignet sei; man merzte solche Instrumente wieder aus, traf also zwischen den hergestellten wieder eine Wahl, die, wenn auch unbewußt, gleichbedeutend war mit einer Exhaustion der euklidischen Geometrie.

Ging dieser eben besprochene Einwand von der Voraussetzung aus, daß doch irgendwie der starre Körper in der Natur in ganz bestimmter Weise vorgegeben sei, so wird andererseits auch gelegentlich behauptet, die Wahl des starren Körpers sei eine ganz beliebige, es sei möglich, auch ein beliebiges Stück Gummi als starren Körper zu definieren, nur würden dann ganz andere geometrische und physikalische Gesetze herauskommen. Dies kann entweder so gemeint sein, daß ein bestimmter Stoff als Material für den starren Körper angegeben wird oder aber so, daß ein ganz bestimmtes Körperindividuum ein für allemal als starrer Körper bezeichnet wird. Die erste Art der Bestimmung würde nun nicht anwendbar sein, ohne diesen Stoff in bestimmter Weise zu definieren, wobei man sich aber bereits der Messung und damit des starren Körpers bedienen müßte. Die zweite Art der Bestimmung wäre aber auch nicht durchführbar, denn ein sol-

ches Körperindividuum, das heute der Sinneswahrnehmung etwa starr erscheint, kann, wenn es im Laufe der Zeit unter andere Bedingungen kommt, sich deutlich verändern; dann bliebe aber nichts anderes übrig, als eine neue Wahl zu treffen, die wieder der gleichen Unsicherheit ausgesetzt ist. Die Ansicht, daß im Urmeter von Sèvres bei Paris etwa der Prototyp des starren Körpers vorliege, ist irrig, denn dieses Urmeter ist vielmehr selbst das Resultat feinster und kompliziertester Messungen und wird durch ständigen Vergleich mit noch feineren starren Körpern möglichst starr erhalten.

Schwerwiegender als diese beiden Einwände ist der folgende: Ein Mathematiker wird etwa sagen, die Axiome der euklidischen Geometrie sagen nur etwas aus über Beziehungen zwischen Grundgebilden; diese Grundgebilde selbst können dabei noch ganz verschiedener Natur sein. So gelten die euklidischen Sätze über Ebene und Gerade nicht nur für Gebilde, die dem, was man anschaulich Ebene und Gerade nennt, ähnlich sind, sondern auch zum Beispiel für das parabolische Kugelgebüsch, wo dann die Kugeln den Ebenen, die Schnittkreise den Geraden entsprechen (bei ausgeschnittenem Büschelmittelpunkt). Die euklidischen Axiome vermögen also die geometrischen Elementargebilde keineswegs eindeutig zu definieren, also ist auch mit der gegebenen Definition des starren Körpers dieser noch nicht eindeutig festgelegt. Um das zu erreichen, müssen vielmehr bestimmte geometrische Daten, etwa, wie J. Steiner für die Geometrie der Ebene angegeben hat, ein fester Kreis mit Mittelpunkt und ein Lineal empirisch vorgegeben sein. Dadurch wird aber der starre Körper bereits vorausgesetzt.

Diese Schwierigkeit (als mathematisches Problem besonders eindringlich von Wellstein und Weber im 2. Bande ihrer Enzyklopädie der Elementar-Mathematik hervorgehoben) löst sich aber auf folgende Weise. Das für die euklidische Geometrie übliche Axiomensystem bedarf allerdings einer Ergänzung, wenn man zu bestimmten realen geometrischen Gebilden, wie zu dem starren Körper, kommen will. Diese Ergänzung besteht nun einfach darin, daß man verlangt, die Ebene soll eine Fläche sein, deren beide Seiten, abgesehen von ihrer Lage, nicht unterscheidbar sind. Fügt man hinzu, daß die Gerade als Schnittlinie zweier solcher Ebenen aufzufassen ist, so ist tatsächlich nur eine einzige Realisierung möglich und die angeführte Schwierigkeit behoben. Zur Herstellung des starren Körpers genügt also nicht die gewöhnliche relative euklidische Geometrie, d. h. diejenige, die die Grundgebilde nur untereinander in Beziehung setzt, sondern es bedarf dazu der reflexiven Geometrie, d. h. derjenigen, die diese Grundgebilde auch zu uns in Beziehung setzt.

So zeigt also die Auseinandersetzung mit diesen Einwänden einerseits, daß eine empirische Auffindung des starren Körpers nicht möglich ist, andererseits, daß die Definition des starren Körpers durch die euklidische Geometrie anwendbar ist. Das ist aber gleichbedeutend damit, daß bei der Wahl der Geometrie das Ökonomieprinzip nur als Forderung der innenbestimmten Einfachstheit in Frage kommt, als solche aber auch wirklich erfüllbar ist.

In einem dritten Teile werden die gegebenen Darlegungen noch vertieft durch kritische Auseinandersetzungen mit verschiedenen anderen Forschern auf dem Gebiete der Grundlagen der exakten Wissenschaften, so mit Einstein, Schlick, Reichenbach, Born und Carnap.

Darauf soll hier nicht näher eingegangen werden.

Fragen wir indessen noch, wie die Dinglersche Interpretation des Ökonomiegesetzes zu der Auffassung anderer Forscher steht, die sich neuerdings mit diesem Prinzip auseinandergesetzt haben. M. Schlick[1]) betont vor allem, daß das Ökonomieprinzip eine logische Forderung sei, nicht eine psychologische. Damit ist folgendes gemeint: Es kommt nicht darauf an, daß man in der Wissenschaft die Tatsachen in einer möglichst faßlichen und leicht verständlichen Weise formuliert, sondern vielmehr darauf, mit einem Minimum von Begriffen auszukommen. Daß diese beiden Forderungen durchaus nicht Hand in Hand gehen, ist leicht ersichtlich. Es ist zum Beispiel sehr bequem und, was den Aufwand an psychischer Energie angeht, ökonomischer, wenn man jede Tatsache, die aufgefunden wird, mit einem neuen Namen bezeichnet, aber gerade dieses würde dem wahren Geiste des Ökonomiegesetzes widersprechen. Es gilt vielmehr, die Tatsachen untereinander in Beziehung zu setzen, aufeinander zurückzuführen und so mit einem Minimum von Begriffen auszukommen. Es ist bezeichnend, so meint Schlick, daß diejenige Wissenschaft, in der das am meisten gelungen ist, die Mathematik, sich bei den meisten Menschen keiner großen Beliebtheit erfreut und durchaus nicht als besonders leicht zugänglich und bequem faßlich angesehen wird.

Wir sahen nun freilich, daß mit der Feststellung, daß das Ökonomieprinzip als logische Forderung zu verstehen sei, noch nicht alle Fragen erledigt sind. Aber auf die beiden Möglichkeiten, es als Forderung nach außen- oder innenbestimmter Einfachstheit durchzuführen, findet sich bei Schlick kein Hinweis; seine weiteren Darlegungen zeigen vielmehr, daß er nur an die erstgenannte Möglichkeit denkt. Die Eindringlichkeit aber, mit der er hier vor der irrtümlichen psychologistischen Auffassung des Ökonomiegesetzes warnt, ist um so weniger überflüssig, als selbst gelegentliche Formulierungen bei Mach ein solches Mißverständnis nahelegen,

[1]) M. Schlick, Allgemeine Erkenntnislehre, Berlin 1918. S. 81 ff.

so, wenn es einmal bei ihm heißt: „Die Wissenschaft kann daher selbst als eine Minimumaufgabe angesehen werden, welche darin besteht, möglichst vollständig die Tatsachen mit dem geringsten Gedankenaufwand darzustellen.“ [1])

Vor einem anderen Mißverständnis des Ökonomieprinzips warnt W. Koehler.[2]) Einer verbreiteten Ansicht entsprechend, muß, so führt er aus, „die allgemeine Durchführung einer sonst so bewährten Theorie der Anerkennung widerstrebender Tatsachen und der Ausbildung entsprechender neuer Gedanken vorgezogen werden, und zwar der wissenschaftlichen Sparsamkeit zuliebe“. Diese Forderung, mit einem Minimum von Gesichtspunkten auszukommen, kann nun, so führt Koehler weiter aus, mit Recht nur erhoben werden, wenn es sich um eine weit fortgeschrittene Wissenschaft handelt, deren systematische Darstellung dem Abschlusse nahe ist. Bei einer jungen Wissenschaft aber (es handelt sich im vorliegenden Zusammenhange um die Theorienbildung in der Tierpsychologie) wäre es verfehlt, wenn man „arme Anfänge zu endgültigen Prinzipien proklamiert, und den Tatsachen schuldig bleibt, was man in der Theorie spart“.

Treffen diese Bemerkungen nicht auch die Dinglersche Anwendung des Ökonomieprinzips? Freilich, mit seiner Unterscheidung der außen- und innenbestimmten Einfachheit haben sie nichts zu tun, aber im übrigen erscheint die Sachlage doch folgendermaßen: Eine so alte Wissenschaft die Physik auch ist und so viele sichere Erkenntnisse sie schon gewonnen hat, so haben doch neuere experimentelle Feststellungen sich den herrschenden Theorien durchaus nicht fügen wollen. Eine neu aufgestellte Theorie, nämlich die Relativitätstheorie, vermag den Tatsachen gerecht zu werden. Nun aber lehnt Dingler diese Theorie ab, sucht statt dessen die alte Newtonsche Mechanik, den euklidischen starren Körper zu retten und zwar unter Berufung auf das Ökonomieprinzip. Heißt das nicht, eben jenen falschen Gebrauch vom Ökonomiegesetz machen, den Koehler mit Recht verurteilt? Man könnte vielleicht geneigt sein, diese Frage zu bejahen, und doch hieße es, die Grundgedanken der oben besprochenen Schrift fundamental mißverstehen, wenn man so schließen wollte!

Durch die Dinglerschen Überlegungen nämlich wird der Physiker in seiner Forschung in keiner Weise beeinträchtigt, jedenfalls nicht, soweit er lediglich experimentiert. Für die Theorienbildung aber gilt es, folgendes zu beachten: Es gibt zwei grundverschiedene Arten von Theorien; die einen haben lediglich die Aufgabe, einen vorgefundenen Tatbestand zu erklären; sie werden also auch in erster Linie durch diesen Tatbestand bestimmt sein; sie können überdies zu neuen konkreten Fragestellungen Veranlassung geben, d. h. sie sind an der Erfahrung nachprüfbar. Die zweite Art von Theorien, die sog. „Universalhypothesen“, wie sie Dingler an anderer Stelle genannt hat, umfassen aber letzte allgemeinste Voraussetzungen, die die betreffende Wissenschaft und damit auch die Tatbestände, soweit es sich um quantitativ bestimmte Meßresultate handelt, erst möglich machen! So sicher es nun ist, daß diese Theorien zweiter Art prinzipiell beliebig und natürlich einer Prüfung durch die Erfahrung auch nicht zugänglich sind, so ist doch andererseits klar, daß, wenn man einmal in einer Wissenschaft sich für eine bestimmte Universalhypothese entschieden hat, auch die im Laufe der Forschung durch die Tatsachen geforderten Theorien sich zu dieser Grundvoraussetzung nicht in Widerspruch setzen dürfen. Dieses ist eine und die einzige Einschränkung, welcher die Theorienbildung bei der wissenschaftlichen Forschung a priori unterliegt. Der Physiker läßt sich hierin mit einem Schachspieler vergleichen. Den vorgefundenen Tatbeständen des Physikers entspricht die Konstellation der Figuren, die der Spieler nach dem Zuge des Gegners antrifft; wie der Physiker nun eine Theorie aufstellen muß, die den Tatsachen möglichst gut angepaßt ist, so wird der Spieler einen Zug tun, der den Umständen möglichst gerecht wird; aber wie der Spieler hier eingeschränkt ist durch die ursprünglich beliebig, aber dann mindestens für die ganze Dauer des Spieles ein für allemal festgesetzten Spielregeln, so der Physiker durch die Grundvoraussetzungen seiner Wissenschaft, die vor aller Tatsachenforschung gemacht sind und auch mit keiner Tatsache in Widerspruch geraten können.

Beachten wir nun, daß die Definition des starren Körpers eine solche allgemeinste Voraussetzung ist, welche die Physik erst möglich macht, und daß Dingler das Ökonomieprinzip lediglich auf diese Universalhypothese in Anwendung bringt, dann erkennen wir, daß ein Widerspruch zu Koehlers Forderung nicht vorliegt, denn diese besagt, daß die im Laufe der wissenschaftlichen Forschung notwendig werdenden Theorien wirklich den Tatsachen gerecht werden. Solche Theorien sind aber etwas prinzipiell anderes als Universalhypothesen.

Man könnte schließlich noch einwenden, daß in den Dinglerschen Überlegungen vom Ökonomiegesetze die Rede sei, ohne daß aber die Frage, warum dieses denn in der Wissenschaft überhaupt eine solch große Rolle spielen müsse, ausreichend erörtert würde. Für diese und sonstige weitergehende Forderungen muß aber auf die an anderer Stelle[1]) gegebenen ausführlichen Darlegungen Dinglers verwiesen werden.

Walter Scholz, Berlin.

[1]) Mach, Mechanik. 5. Aufl., 1904, S. 530. Sperrung bei Mach.

[2]) W. Koehler, Intelligenzprüfungen an Menschenaffen. 2. Aufl. Berlin 1921. S. 134 f.

[1]) Insbes. H. Dingler, Grundlagen der Physik. Berlin und Leipzig 1919. 2. Aufl. in Vorbereitung.

— —, Physik und Hypothese. Berlin und Leipzig 1921.

Kontinuität des Keimplasmas oder Wiederherstellung der Keimzelle?[1])

Wenn die Biologie sich von der materialistischen Richtung der vergangenen Periode noch nicht loszulösen vermocht hat, so lag es daran, daß es an einem Begriff gefehlt hat, der belebte und unbelebte Körper in sich zusammenfaßt und auf gemeinsamer Grundlage mit einander vergleichen läßt, der daher ein sicheres Fundament für die Darstellung der Lebenserscheinungen gewährt. Wie liegen die Dinge heute? Auf der einen Seite gilt noch der Begriff der lebenden Materie, auf der anderen der der Entelechie. Und doch ist ein solcher Begriff bereits längst geprägt und auch angewendet worden, ohne daß indessen seine Bedeutung für die theoretische Biologie erkannt worden wäre. Dies ist der Begriff des materiellen Systems. In der Fassung, die er 1894 durch den Physiker Heinrich Hertz erhalten hat, ist er, wie Cohen-Kysper schon früher dargelegt hat, geeignet, jene Forderungen zu befriedigen.

Was bedeutet es, wenn ein Lebewesen als ein bestimmtes materielles System bezeichnet wird? Zunächst nichts weiter als daß es in gleicher Weise wie ein Atom oder etwa wie eine Maschine aus einer Summe von elementaren Einheiten zusammengesetzt gedacht werden kann, deren Reaktionen durch ihre gegenseitige Bedingungen (Zusammenhänge) bestimmt werden. Aber dann ist bereits ein bestimmtes Programm für die Behandlung der Lebensprobleme aufgestellt: Die Folgerungen, die sich aus dem Begriff des materiellen Systems ableiten lassen, sind auch für das belebte System bindend, die allgemeinen Gesetze, die in den Reaktionen eines jeden materiellen Systems zum Ausdruck kommen, sind auch für die Erklärung der Lebensreaktionen anzuwenden und es sind keine anderen Gesetze allgemeiner Art für ihre Erklärung zulässig.

Dies kommt zunächst für eine Frage in Betracht, die für die Biologie von grundlegender Bedeutung ist. Die Auffassung, die sich neuerdings immer mehr Bahn bricht, daß ein Lebewesen als ein einheitliches Ganzes zu betrachten sei, kann mit aller Bestimmtheit entschieden werden: Jedes materielle System ist unteilbar in Hinsicht auf die Reaktionen, die an seine Zusammensetzung gebunden sind. Ein Molekül Chlornatrium ist unteilbar in Hinsicht auf seine spezifischen Reaktionen, eine Uhr in Hinsicht auf ihre Funktion, eine Eisenstange als Hebel betrachtet.

Um es aber zu verstehen, daß ein Lebewesen gleich einem einzelnen Molekül ein unteilbares System darstellt, dient der Begriff der Integration. In der Fassung, die ihm Cohen-Kysper gegeben hat, bedeutet dieser Begriff die Zusammensetzung eines materiellen Systems der Art, daß eine Einheit immer zum Teil einer Einheit höherer Ordnung wird. Auch hier dient daher der Begriff des materiellen Systems als Maß der Erscheinungen: Die Integration des belebten Systems setzt sich da fort, wo die des unbelebten Systems aufhört und steigert sich weit über diese hinaus. Aus dieser relativen Höhe der Integration, die sich gleichsam in geometrischer Progression vom Elektron bis zum Plasma und von da über die Kern-Plasmaeinheit zum vielzelligen Organismus steigert, ergibt sich eine weitere bedeutsame Folgerung. Jedes materielle System, an das eine bestimmte Reaktion gebunden ist, ist das kleinste System, das diese Reaktion vollzieht. Die belebten Systeme sind daher, eben infolge ihrer überragenden Integration, so wie sie uns erscheinen, bereits die kleinsten Systeme, an die die Reaktionen des Lebens gebunden sind. Sie können daher unmittelbar, so wie sie uns erscheinen, den Gesetzen der Mechanik zugeordnet werden. Die mechanistische Darstellung fällt mit der phänomenologischen zusammen.

Auch die Entwicklung stellt demnach eine einheitliche, elementare Reaktion dar. Die molekulartheoretische Behandlung ist zu verlassen, der Begriff der Erbsubstanz und die Annahme einer kontinuierlichen Übertragung abzulehnen. An Stelle der materialistischen Auffassung gründet sich die Erklärung auf den dynamischen Vorgang, wie er sich darbietet. Das Ei, das sich zum Huhn entwickelt, verschwindet als das System, das die Entwicklung einleitet und stellt sich erst am Ende der Entwicklung wieder ein. Dies ist die Sprache der Tatsachen, und ihre analytische Behandlung läßt sofort das dynamische Bild erkennen.

Wie ist es zu verstehen, daß — schematisch dargestellt — die Entwicklung durch ein gleiches System beschlossen wird, wie es sie eingeleitet hat?

Es muß im Verlauf dieser Reaktion ein rückläufiger Vorgang einsetzen. An irgendeinem Punkt der Phasenbahn müssen die Bedingungen wiederhergestellt werden, an die die Entstehung der Keimzelle gebunden ist. Auch hier genügt die erscheinungsmäßige Darstellung. Der rückläufige Teil der Reaktion vollzieht sich gleich zu Beginn der Entwicklung. Die Eifurchung bedeutet einen Vorgang rückläufiger Differenzierung und zwar in zweifachem Sinne. Erstens, eine spätere Phase der Entwicklung wandelt sich zu einer früheren um; und zweitens, das Ei zerlegt sich in Einheiten von fortschreitend geringerer Differenzierung, d. h. von immer geringerem Gehalt an differenten Teilen. Dies ist nicht nur in dem Sinne zu verstehen, daß die Masse des Eies aufgeteilt wird, es findet auch eine Aufteilung von determinierenden Faktoren statt, wie dies schon Rabl für die Bildungsstoffe des Eiplasmas, Prowazek für die Funktionsfermente des Kerns angenommen hat und wie

[1]) Autoreferat eines auf der Hundertjahrfeier der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte gehaltenen Vortrags.

es aus der einfachen Tatsache der Differenzierung hervorgeht.

Danach läßt sich die Grundlinie des dynamischen Ablaufs zeichnen. Das reife Ei, ein Ergebnis der Entwicklung, wandelt sich zu einer Phase um, in der die unmittelbaren Bedingungen zur Wiederherstellung des gesamten Organismus und damit auch der Keimzelle von neuem gegeben sind. „Der Teil kehrt auf eine Phase zurück, aus der das Ganze von neuem entsteht."

Die Ontogenese ist damit als mechanischer Vorgang auf einen einfachen Ausdruck gebracht und läßt sich nun den Prinzipien der Mechanik zuordnen. Hierzu dient vor allem ein Prinzip, das in verschiedener Form eine Reihe von Forschern unabhängig voneinander aufgestellt haben, um die Besonderheit des Lebens und der Entwicklung zu erklären, das Ausgleichsprinzip. Das reife Ei, das sich in einem stabilen Zustand befindet, wird durch irgendeinen äußeren Einfluß aus dem Ausgleich gebracht. Die Wiederherstellung des Ausgleiches findet auf dem zulässig kürzesten Wege statt. Dieser Weg führt zunächst zu einer Phase zurück, aus der das Ei als Teil des übergeordneten Ganzen hervorgegangen war und die die unmittelbaren Bedingungen zur Wiederherstellung des Ganzen von neuem enthält.

Nicht Kontinuität, sondern Wiederherstellung ist demnach der Grundgedanke dieses Bildes. Mit der Wiederherstellung des gesamten Organismus wird auch die Keimzelle wiederhergestellt. Sie kehrt in den gesetzmäßigen Zustand zurück, in dem sie in die Entwicklung eingetreten war. Es wird die typische Konstitution des Geschlechtes wiederhergestellt, die Chromosomen werden auf die gesetzmäßige haploide Zahl zurückgeführt und es werden die Determinanten von neuem erzeugt, die die Differenzierung des neuen Individuums leiten.

Die Entfaltung der neuen Keimzelle stellt daher in gleicher Weise, wie die Entfaltung eines jeden anderen Teiles eine spezifische Entwicklungsfunktion dar, die in gleicher Weise an spezifische Bedingungen, eben die Determinanten, gebunden ist. Diese können, wie für jede andere Entwicklungsfunktion entweder unmittelbar vom Ei auf die embryonale Zelle übertragen werden — blastogene Determinanten — oder sie werden im Stoffwechsel der Organe und Organanlagen erzeugt — organogene Determinanten — oder schließlich, sie können in physikalischen und chemischen äußeren Einflüssen bestehen wie vor allem bei der Pflanze. Bei dieser, bei der eine spezifische Keimbahn überhaupt nicht nachzuweisen ist, ist die Wiederherstellung der Keimzelle ausschließlich an organogene oder Determinanten des Mediums gebunden. Es beruht dies auf den allgemeinen Entwicklungsbedingungen der Pflanze. Die Pflanze ist, wie auch vielfach das niedere Tier auf eine Entwicklung eingestellt, die nach der Austeilung der blastogenen Determinanten mit einer überschüssigen Erzeugung undeterminierter entwicklungsfähiger Zellen einhergeht, deren Schicksal erst durch die spätere Konstellation der inneren und äußeren Bedingungen bestimmt wird.

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den verschiedenen Arten von Determinanten ist indessen nicht anzuerkennen. Eine Determinante bedeutet (nicht ganz in Übereinstimmung mit Roux) immer nur eine Bedingung, an die eine spezifische Reaktion gebunden ist, d. h. eine Reaktion, die sich von anderen Reaktionen des gleichen Systems oder durch die sich ein System von anderen Systemen unterscheidet. In der Reaktion auf den spezifischen Einfluß, in den allgemeinen Bedingungen des entwicklungsfähigen Systems ist das engere Problem der Entwicklung zu erblicken.

Auch für die historische Entwicklung der Lebewesen ergeben sich nun neue Ausblicke. In der steten Wiederholung der Ontogenese kommen immer wieder die Kräfte zur Entfaltung, die die Systeme ihrem Ausgleich zuführen. Da sich nun diese Reaktion durch ungeheure Zeiträume in immer den gleichen dynamischen Grundlinien wiederholt hat, so müssen jene Kräfte auch auf die Umgestaltung der Organismen von Einfluß gewesen sein. Zur Erklärung dieser Kräftewirkung dient ein neues, von Cohen-Kysper aufgestelltes Prinzip, das der Einstellung: Ein jedes materielle System, das innerhalb seiner Ausgleichsbreite durch die Reaktion auf einen äußeren Einfluß eine Veränderung seiner Konstruktion erfährt, strebt derjenigen Konstruktion zu, auf Grund deren diese Reaktion mit dem geringsten Zwang vor sich geht.

Nach diesem Satz, der in den Erscheinungen der Übung und Bahnung unmittelbar zum Ausdruck kommt, haben beispielsweise die allgemeinen Fähigkeiten der Reizbarkeit und Bewegung, die dem Protoplasma eigen sind, zur Entstehung von Muskeln und Nerven geführt. Waren die Potenzen zur Erzeugung dieser Organe einmal entstanden, dann mußten sie, wieder nach den einfachen Prinzipien der Mechanik überall da zur Verwendung kommen, wo sie dazu dienten, die Konstruktion der Systeme ihrem Ausgleich zuzuführen (Einstellung in weiterem Sinne). So wurden die belebten Systeme allein aus der Ursache ihrer inneren Kräfte, die in immer wiederholter ontotischer Entwicklung sich auswirkten, zu immer weiterer Vervollkommnung gebracht, wie es schon Nägeli vorschwebte, in dem Sinne, als wir auch eine Maschine als vollkommen bezeichnen, wenn ihre Bewegung mit einem Minimum von Zwang vor sich geht und wenn sie um sämtliche Möglichkeiten bereichert ist. Cohen-Kysper.

Studien über den Phototropismus der Pflanzen.

In einer umfangreichen Arbeit berichtet H. v. Guttenberg über Versuche, die das

Problem des Phototropismus von der verschiedensten Seite beleuchten. Seine Versuche erstreckten sich auf die Keimscheide (Koleoptile) des Hafers und sollten zunächst die Frage entscheiden, welchen Einfluß die Größe der beleuchteten Fläche auf den Eintritt der phototropischen Krümmung ausübt. Es war ja von vornherein an zwei Möglichkeiten zu denken: entweder genügt schon die Belichtung eines kleinen Flächenelements, um den vollen Effekt auszulösen, oder aber der Erfolg nimmt mit der Größe der beleuchteten Fläche zu. Die Experimente lieferten eine Entscheidung für den zweiten Fall. Die Methodik war folgende: Avenakoleoptilen wurden einseitig beleuchtet und zwar in einer Serienfolge total, in einer Parallelserie aber derart, daß die eine Längshälfte durch eine vorgesetzte Blende beschattet war; die Größe der beleuchteten Fläche war also nur halb so groß. Es ergab sich nun eine ganz einfache Beziehung: Die halbseitig belichteten Pflänzchen wiesen eine doppelt so hohe Reizschwelle auf. Infolgedessen wenden sich antagonistisch beleuchtete, im optischen Interferenzpunkt aufgestellte Keimlinge, bei denen das Licht auf der einen Seite hellseitig abgeblendet ist, der freien Fläche zu. Diese Reaktion bleibt aber aus, wenn die Beleuchtungsdauer auf der halbbeschatteten Seite verdoppelt wird. Daraus folgt, daß die phototropische Erregung der Größe der beleuchteten Fläche proportional ist. Diese Konstatierung bildet eine leicht verständliche Erweiterung des bekannten Reizmengengesetzes. In einem zweiten Abschnitt wendet sich v. Guttenberg der sehr aktuellen Frage zu, ob die phototropischen Reaktionen durch die Strahlenrichtung oder durch das im Inneren der Pflanze hervorgerufene Lichtintensitätsgefälle bedingt sind. Im ersteren Falle würde die Lichtrichtung perzipiert, und das Pflanzenorgan krümmt sich solange, bis es eine ganz bestimmte Orientierung zu den Lichtstrahlen einnimmt, nach der zweiten Auffassung dagegen wird die Reizreaktion dadurch ausgelöst, daß auf den opponierten Flanken verschiedene Lichtintensität herrscht, und das Organ krümmt sich nun solange, bis wieder gleichmäßige Lichtverteilung eintritt. Hierdurch wird rein sekundär die Einstellung in die Strahlenrichtung bedingt. Diese Alternative ist in den letzten Jahren sehr lebhaft umstritten worden. Die meisten Forscher haben sich für die Intensitätstheorie entschieden, dagegen wird die alte Strahlenrichtungstheorie noch von Lundegardh vertreten. v. Guttenberg bespricht die Literatur sehr eingehend und gelangt zu dem Schluß, daß in den meisten Experimenten noch das letzte zwingende Glied fehlt, wobei sich die Wagschale freilich fast stets nach der Seite der Intensitätstheorie neigt; ganz besonders gilt das für bestimmte Versuche von Buder, die nur unter sehr gewaltsamen Hilfsannahmen im Sinne der Richtungstheorie umgedeutet werden könnten. v. Guttenberg stellte nun eine Reihe von eigenen Experimenten an, die durchaus für die Richtungstheorie sprechen. Haferkeimlinge wurden auf dem optischen Indifferenzpunkt von zwei opponierten Lichtbüscheln aufgestellt, und jederseits wurden die Flanken hälftig verdunkelt, so daß die eine Hälfte der Koleoptile beschattet war, die andere dagegen von zwei gegensinnigen Strahlenbündeln getroffen wurde; nach der Richtungstheorie sollte man Indifferenz erwarten; in Wirklichkeit krümmten sich die Keimlinge von der beschatteten Seite weg, also senkrecht zur Lichtrichtung; nach der Intensitätstheorie läßt sich das leicht erklären. Auf der einen Hälfte herrscht Helligkeit, auf der anderen Dunkelheit; es erscheint eine Reaktion, die gleichmäßige Lichtverteilung anstrebt. Lundegardh hat diesen schon früher ausgeführten und von ihm selbst bestätigten Versuchen gegenüber eingewandt, daß auf Grund des kreisförmigen Querschnitts der Haferkoleoptile die Strahlen beiderseits eine Brechung erfahren und zwar derart, daß auf der belichteten Hälfte ein nach innen konvergierendes Strahlenbündel entsteht; die Reaktion erfolgt — der Richtungstheorie entsprechend — in der Resultantenrichtung. v. Guttenberg hat diesen Einwand in dreifacher Weise entkräftet. Zunächst zeigte er, daß das Reaktionsbild nicht verändert wird, wenn man die Keimlinge untertaucht. Da Wasser nahezu denselben Brechungskoeffizienten besitzt wie Zellsaft, so wird auf diese Weise die Strahlenbrechung ausgeschaltet. Ferner stellte er dieselben Versuche mit Sprossen von Coleus an, die einen quadratischen Stengelquerschnitt aufweisen, und zwar wurde die gegensinnige Belichtung so bewerkstelligt, daß die Strahlen senkrecht zu 2 Längsseiten auftrafen; auch hier kann keine Linsenwirkung eintreten. Schließlich belichtete v. Guttenberg Coleussprosse mit zwei Strahlenbündeln schräg von hinten, also von der abgeblendeten Schattenseite aus. Die Strahlen bildeten in einem Versuch einen Winkel von 130°, in einem zweiten einen solchen von 170°. Intensitätsgefälle und Strahlenrichtung verlaufen nun in umgekehrtem Sinne, die Reaktion erfolgt von der Lichtquelle weg nach der belichteten Hälfte zu. Lundegardh hat denselben Versuch mit Hafer angestellt, und ein Teil seiner Experimente verlief im entgegengesetzten Sinn. Da aber eine exakte Strahleneinstellung bei der zarten, konisch auslaufenden Haferspitze viel schwieriger ist als bei den derben Coleussprossen, so kommt den Ergebnissen v. Guttenbergs eine größere Beweiskraft zu. Zum Schlusse wird über Versuche berichtet, in denen der Reizwert schrägen Lichtes untersucht wurde. Ein besonders dazu konstruierter Apparat bot die Möglichkeit, Keimlinge gleichzeitig mit 2 Strahlenbündeln unter beliebiger Winkelrichtung zu belichten. In einer ersten Versuchsfolge erhielt die eine Flanke horizontales, die andere schräges Licht. Auf Grund physikalischer Überlegungen sollte man erwarten, daß die Krümmung stets dem horizontalen Lichte

folgt, da bekanntlich die Lichtintensität mit dem Kosinus des Einfallswinkels abnimmt. Diese Bedingung ist aber nur in dem Interwall von 15° bis 65° (von der Koleoptilspitze an gerechnet, Horizontallicht also = 90°) und dann wieder von 95° an aufwärts erfüllt. „Bei der Kombination 90° und 70° tritt Kompensation ein, die Kombination 90° und 75°, sowie 90° und 85° ergeben ein schwaches Überwiegen des schrägen Lichtes, zwischen 90° und 80° krümmen sich 75% der Pflanzen zu 80°." 80° dominiert aber über 90°, 70° ist gleichwertig 90°, d. h. der maximale Effekt wird bei 80° erzielt. Dieses an sich merkwürdige Verhalten findet darin seine Erklärung, daß für die Perzeption des Lichtreizes in erster Linie die konisch auslaufende Koleoptilspitze in Frage kommt. „Diese zeigt eine durchschnittliche Neigung von 10°, wird also stets von einem um 10° erhöhten Winkel vom Lichte getroffen." Damit löst sich der Widerspruch ohne weiteres. Ganz im Einklang damit stehen die Experimente, bei denen die Koleoptile beiderseits mit schrägem Licht gereizt wurde und zwar derart, daß das Strahlenbündel auf der einen Seite schräg von unten, auf der anderen unter demselben Winkel schräg von oben kam; die Keimlinge wendeten sich stets dem oberen Lichte zu; wirken verschiedene Winkel von unten und oben, dann gibt stets der den Ausschlag, der dem Neigungswinkel von 80° näher liegt. Daß tatsächlich die Form der Koleoptile für das geschilderte Verhalten verantwortlich zu machen ist, geht daraus hervor, daß das Reaktionsbild sofort verändert wird, wenn man die Koleoptilspitze mit einem Stanniolkäppchen verdunkelt und das Licht bloß auf die Koleoptilbasis wirken läßt. Nun wird durch horizontale Belichtung tatsächlich allenthalben der maximale Effekt erzielt. Diese Tatsachen zeigen, daß das „Sinusgesetz", das Fitting zum erstenmal für den Geotropismus nachgewiesen hat, auch für den Phototropismus gilt: der Reizerfolg ist proportional dem Sinus des Ablenkungswinkels. Nun kann man aber dieses Sinusgesetz auch in anderer Art beweisen. Man arbeitet bloß mit einem Strahlenbündel, variiert die Einfallsrichtung und bestimmt die Präsentationszeit für jede Winkellage. Gilt das Sinusgesetz, dann muß die Präsentationszeit proportional dem Sinus des Einfallswinkels (wieder von der Spitze der Pflanze aus gerechnet) abnehmen. Dieser Weg, der beim Geotropismus zu einer sehr schönen Bestätigung geführt hat, ist für den Geotropismus zum erstenmal von Noack beschritten worden. Noack kam aber zu einem negativen Resultat, weil er den Einfluß der konischen Spitze nicht berücksichtigte; seine Daten sind richtig, müssen aber auf 80° umgerechnet werden und führen dann zu demselben Ergebnis, das aus v. Guttenbergs Präsentationszeitbestimmungen eindeutig hervorgeht, daß nämlich zwischen dem Sinus des Einfallswinkel und der Präsentationszeit umgekehrte Proportionalität herrscht, daß also das Produkt: Sinus des Einfallwinkels × Präsentationszeit konstant ist. Bezeichnet man den Einfallswinkel mit α, die Präsentationszeit mit T und führt noch die Lichtintensität J ein, dann gelangt man zu der Formulierung $\sin \alpha_1 \times T_1 \times J = \sin \alpha_2 T_2 \times J = c$. Für c fand v. Guttenberg einen Wert von ca. 13 Meterkerzensekunden, der tatsächlich eine sehr große Konstanz aufwies. Dieses Sinusgesetz ist nun nichts anderes als ein Spezialfall des bekannten Reizmengengesetzes,[1]) dessen Geltungsbereich also wieder um ein Stück bereichert ist. Stark.

Die den 80° n. Br. erreichenden oder überschreitenden Gefäßpflanzen.

Der nördliche Teil von Grönland nebst den benachbarten Inseln Ellesmere- und Peary-Land, der gesamte Franz-Josephs-Archipel und ein Teil von Spitzbergen reichen noch über den 80° n. Br. hinaus. Unsere Kenntnisse von der Pflanzenwelt dieser hocharktischen Gebiete hat M. Rikli in der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Jahrgang 62, zusammengestellt.

Es sind nach Rikli noch 112 Blütenpflanzen, die in jenen hohen Breiten vorkommen. Bis zum letzten Stück festen Landes sind auch Blütenpflanzen anzutreffen. Eine Nordgrenze der Vegetation scheint es mithin überhaupt nicht zu geben. Das ist recht auffällig, wenn man bedenkt, daß auf dem antarktischen Kontinent keine einzige höhere Pflanze vorkommt. Ebenso bleiben in den Hochgebirgen die Blütenpflanzen mehrere hundert Meter unter den höchsten Erhebungen zurück. Die oberste Grenze der Blütenpflanzen (*Saussurea tridactyla* Hook) liegt bei 5800 m in Westtibet, also noch 3000 m unter der Höhe des Mt. Everest. Die bisher nördlichsten Pflanzenfunde stammen von der Lockwood-Insel nördlich Grönland. Hier unter 83° 24′ n. Br. wurden noch *Cerastium alpinum, Dryas integrifolia, Papaver radicatum, Saxifraga oppositifolia* gesammelt und vom Hydefjord (83° 15′ n. Br.) wurden durch A. Lundager *Glyceria angustata, Poa abbreviata, Potentilla pulchella, Salix arctica* und *Stellaria longipes* mitgebracht.

Wer auch noch die übrigen letzten Pioniere höheren Pflanzenlebens kennen lernen will, mag die von Rikli aufgestellte reichhaltige Pflanzenliste einsehen. Hier sollen nur die wichtigsten Gattungen genannt werden, welche die meisten der hocharktischen Pflanzen stellen. Es sind: *Saxifraga* (11 Arten), *Carex* (9), *Poa, Alsine, Draba, Ranunculus, Potentilla* (je 4), *Equisetum, Glyceria, Luzula, Melandrium, Pedicularis* und *Taraxacum* (je 3).

Auch auf die allgemeine Verbreitung der hocharktischen Pflanzen kann hier nicht ausführlich

[1]) $\sin \alpha \times J$ ist die jeder Winkellage entsprechende Lichtintensität, $\sin \alpha \times J \times T$ die sog. „Reizmenge".

eingegangen werden. Erwähnung mögen nur die sogenannten „durchgehenden" Arten finden, die auch in niederen Lagen Mitteleuropas auftreten, allerdings zumeist in veränderter Gestalt, wie z. B. *Cardamine pratensis, Cystopteris fragilis, Deschampsia caespitosa, Equisetum arvense, Eriophorum angustifolia* u. a. Manche Arten hat die Hocharktis mit den eurasiatischen Hochgebirgen, besonders mit den Alpen gemeinsam. Doch trifft es nicht zu, daß die am weitesten nach Norden vordringenden Arten nun auch in den Hochgebirgen die größten Höhen erreichen. Ein derartiger Parallelismus ist nicht nachweisbar. Die Ursache dafür liegt entweder in den klimatischen Verschiedenheiten beider Gebiete oder auch in unvollständigen Wanderungen.

Besonderes Interesse verdienen die leider noch spärlichen Angaben über die ökologischen Verhältnisse der hocharktischen Pflanzen. Besonders groß ist die Zahl der Sumpfpflanzen mit 52 Arten (= 46,5 %), die an recht verschiedenen Stellen vorkommen. Unter den 3 einjährigen Pflanzen befindet sich auch *Androsace septentrionale*, der bei uns bekanntlich warme und lichte Örtlichkeiten bevorzugt. Ein gutes Beispiel für das Anpassungsvermögen der Pflanzen! Holzpflanzen, meist niedrige Spaliersträucher, werden 6 aufgezählt.

Die meisten hocharktischen Arten nehmen unter dem Einfluß der abnormen Lebensbedingungen eine ganz veränderte Tracht an: der Wuchs wird spalier-, rasen- oder polsterförmig, die Blattflächen werden kleiner, die Blüten verkümmern und die vegetative Vermehrung, z. B. durch Ableger, Bulbillen gewinnt an Bedeutung. Nur wenige Arten (*Arnica alpina, Eriophorum Scheuchzeri, Alopecurus alpinus* u. a.) widerstehen den äußeren Einflüssen und dringen unverändert bis zu den höchsten Breiten vor.

Über die Pflanzenvereine des hohen Nordens ist auch noch nicht allzuviel bekannt. Die vorherrschende Formation dürfte die Fjeldformation in einer trockenen und nassen Fazies sein. Auch die Grasmoore (Sumpfmark) sind verbreitet. *Lycopodium Selago, Saxifraga rivularis, Ranunculus pygmaeus* u. a. schließen sich gelegentlich zu Pflanzengenossenschaften zusammen, die an die Schneetälchenflora der Hochgebirge erinnern. Die arktische Zwergstrauchheide und die Mattenformation kommt nur in dürftigen Resten vor, ebenso auch die Strandflora. E. Schalow, Breslau.

Bücherbesprechungen.

Atlas africanus. Belege zur Kulturmorphologie der afrikanischen Kulturen. Herausgegeben im Auftrage des Forschungsinstituts für Kulturmorphologie von Leo Frobenius und Ritter von Wilm. Lieferung 1. u. 2. München 1921 ff., Ch. Beck.

Das von Leo Frobenius begründete Forschungsinstitut für Kulturmorphologie zu München hat sich das schöne Ziel gesetzt, durch systematische Materialsammlungen und dann durch die Verarbeitung derselben zu Verbreitungskarten die Untersuchungen über Kulturkreise und Kulturgruppen zu fördern, und damit dem Geheimnis der Kultur, ihrer Lagerung und Entwicklung überhaupt auf den Grund zu kommen. Da das Material des Instituts vorderhand im wesentlichen auf Afrika beschränkt ist, ist zunächst einmal die Arbeit in diesem Erdteil in Angriff genommen, und aus diesen Arbeiten heraus erwuchs dann der jetzt im Erscheinen begriffene Atlas africanus. Dieser Atlas ist in der Weise angelegt, daß in ihm nach den drei Gesichtspunkten: Kultur und Volk, Urkulturen und historische Kulturen, und kulturelle Wesenheiten zahlreiche Kartenbilder mit kurzem erläuterndem Text vereinigt werden, die dann, wenn das Werk einmal abgeschlossen ist, ein zusammenfassendes Bild über die Morphologie der afrikanischen Kulturen bieten sollen. Die beiden ersten Hefte geben zunächst einmal eine Einführung von Leo Frobenius, der in großen Zügen das Ziel des Werkes darstellt, dann einzelne Verbreitungskarten über Stoffe der Tracht, Bett und Haus, Blick und Blut, Gebläsebildungen, die Bewegung der hamitischen Kultur, über Gewandung, der König als Gott, Schmied und Gesellschaft, Speicher zur Nahrung, die süderythräische Kultur, die syrtische Kultur. Jede einzelne dieser Verbreitungskarten umfaßt ihrerseits wieder 2—10 Einzelkärtchen, in denen wichtige Einzelerscheinungen kartographisch festgelegt sind, woraus sich dann wieder ein Gesamtbild über den in Frage kommenden Gegenstand ergibt. Jeder dieser Karten ist ein kurzer begleitender Text beigegeben, der in alle wesentlichen Punkte einführt. Bedauerlich bleibt dabei einzig und allein, daß die Unterlagen zu den einzelnen Karten nicht mit veröffentlicht werden, so daß vorderhand eine Nachprüfung der einzelnen Karten nicht möglich ist. Wohl soll diesem Übelstande bald durch Veröffentlichung dieser Unterlagen im Zusammenhange mit anderen ausführlichen Arbeiten in den Abhandlungen des Instituts abgeholfen werden. Aber wird dadurch das Material nicht wiederum unnütz auseinander gerissen? Auf jeden Fall zeigt schon die Zusammenstellung der bisher behandelten Gegenstände, wie umfangreich und vielseitig das Werk angelegt ist. So wird es denn nach seiner Fertigstellung unweigerlich eine der wertvollsten Studiensammlungen für jeden Ethnologen bilden — und ebenso unweigerlich aber auch zu vielen gleichgerichteten Untersuchungen, nicht nur über das in dem Atlas ver-

arbeitete Material, sondern auch verwandter Art anregen. An und für sich haben ja Anthropologie, Ethnologie und Prähistorie schon seit langem sich an derartige kartographische Darstellungen als wertvolles Hilfsmittel der Forschung gewöhnt. Mehr oder weniger neu ist jedoch der Gedanke, nicht nur ein oder mehrere derartiger Karten sprechen zu lassen, sondern eine ganze Serie. Auf prähistorischem Gebiet war dieser Gedanke bereits etwas früher von Kossinna und Wilke in einigen Arbeiten befolgt worden (vgl. zuletzt die Arbeit von Wilke, „Die Herkunft der Kelten, Germanen und Illyrer", Manus 9, 1917, S. 1 ff.) und schließlich haben doch ja auch die Arbeiten der prähistorischen Typenkartenkommission dasselbe Ziel im Auge gehabt. Trotzdem hatte es auf diesem Gebiet noch niemand unternommen, einmal derartig großzügig mit Karten zu arbeiten, wie es in dem vorliegenden Werke von dem Münchener Forschungsinstitut aus geschieht — einfach und allein deshalb, weil einem Privatmann immer weit eher Grenzen gesetzt sind, als einem Institut, das ja auch einen Stab von Mitarbeitern zur Seite hat. Es ist aber vollständig klar, daß durch ein derartiges Arbeiten mit zahlreichen, hunderten von Karten auch die Ergebnisse ganz anders heraustreten, als bei einem Arbeiten mit nur wenigen Karten. Wir können deshalb an das Erscheinen des Atlas africanus nur zwei Wünsche anschließen: einmal den, daß es dem Münchener Institut trotz der gegenwärtigen schweren Zeit vergönnt sein möge, nicht nur diesen Atlas zu vollenden, sondern dereinst auch einen Atlas europaeus und einen Atlas asiaticus in der gleichen Weise danebenzustellen — andererseits aber auch den, daß für unsere deutsche Prähistorie dereinst ein gleiches Unternehmen erstehen möge, zu dem jetzt schon so vielerlei Anfänge vorliegen, jedoch nur noch das Institut fehlt, daß diese Anfänge zusammenfaßt, die Weiterarbeit organisiert und zu einem gleichen Musterbau ausführt, wie ihn der Atlas africanus für die ethnologische Forschung bereits darstellt.

Wernigerode a. H. Hugo Mötefindt.

Kleinschmidt, O., Die Singvögel der Heimat. 3. Aufl. Ein Bilderatlas mit 120 Seiten 8° und 86 farbigen Tafeln nebst einigen Abbildungen nach Photos und Zeichnungen. 3. Aufl. Quelle & Meyer 1921. In Halbl. geb. 50 M.

Rasches Durchblättern dieses Werkes würde seine Vorzüge übersehen lassen. Diese liegen großenteils in der Gediegenheit und Exaktheit, mit der einer unserer tüchtigsten Ornithologen in den kurzen erläuternden Texten und in dem kurzen Vorwort und Rückblick spricht. Er spricht vornehmlich zu Anfängern und traf innerhalb des Rahmens, der nur die „Singvögel", d. h. die kleineren unter den Passeriformes umfaßt, sehr gut die Wahl, was er ausführlich bieten, und was er nur kurz erwähnen müsse. So ist die ausführliche Hervorhebung der lange übersehenen Weidenmeise mit vorzüglichem Bild neben dem der Sumpf- oder Nonnenmeise und manches ähnliche Vorgehen des Verf. sehr dankenswert, nicht minder die kurzen Hinweise auf Unterarten. Diese Art der Anlage, peinlich genaue Beobachtung, Tierliebe und ein unangekränkelter Optimismus in Anbetracht der heutigen Schicksale der Singvögel machen das Buch dem Benutzer wert. Statt des Seglers zwar sähen wir doch lieber den Wendehals abgebildet und jenen nur kurz beschrieben. Damit wäre dem Anfänger mehr gedient. Hier und da sind bei aller Kürze auch geschichtliche Betrachtungen versucht. So wird uns gesagt (S. 46): „Wie bei Nebel- und Rabenkrähe sind bei Nachtigall und Sprosser zwei einst weit durch verschiedene Wanderwege und durch die Eiszeitgletscher getrennte Formen desselben Vogels einander durch späte Ausdehnung ihrer Brutgebiete näher gerückt." Dagegen hält der Verf. nichts von der „kindischen" Anschauung, daß die Unterarten oder Formen beginnende neue Arten wären. Da geht er in der Kritik wohl etwas zu weit, doch daß Kritik überhaupt gegenüber den Schlagworten am Platze ist, so auch hier, läßt man sich von dem scharfen Beobachter gern vorhalten. Die Angaben über die Wanderung des Girlitzes nimmt er nicht vorbehaltlos an.

Auch die Abbildungen, meist ganzseitige Typenbilder, verdienen großes Lob, da sie, wie einst beim alten Naumann, vom Verf. selbst herrühren und somit er für jeden Pinselstrich die Verantwortung übernimmt. Nicht wenige sind ganz ausgezeichnet aufgefaßt und stehen auf der Höhe des Unübertrefflichen. Leider hat über viele das Reproduktionsverfahren einen etwas stumpfen Schleier gebreitet; das wäre wohl auch bei dem hier verwendeten Rasterverfahren in Zukunft vermeidbar, noch besser ist Steindruck. Im vorliegenden Falle aber bemerkte ich mit Freude, daß abends bei gelblichem Lampenlicht die Farben meist voll und rein hervortreten und somit viele Bilder lebendiger werden. Auch die zwei Eiertafeln, die einzigen, die immerhin manches in der Färbung Verfehlte und in der Form (z. B. Pirol) Verzeichnete enthalten, werden dadurch wenigstens besser. Übrigens bringt das Buch ein richtiges Rotkehlchenbild mit der Herzform des Rot, was man anderwärts, wie im neuen Naumann und im Brehm, vermißt.

V. Franz, Jena.

Freudenberg, Wilhelm, Geologie von Mexiko. 232 S. Berlin 1922, Borntraeger. Geh. (bei Erscheinen) 81 M.

Gleich zahlreichen Werken deutscher Literatur entspringt die Studie dem Drange des Verf., sich selbst Überblick über einen Stoff zu verschaffen, mit dem er Fühlung gewonnen hat. Einjährige Tätigkeit am geologischen Staatsinstitut von Mexiko hat hier den Anlaß gegeben, das über

den Aufbau des Landes Bekannte systematisch zusammenzustellen. Eigene Beobachtungen wurden natürlich mit hineinverarbeitet.

Die Stoffgliederung ergibt sich fast von selbst: Einer geographischen Übersicht folgt eine regionalgeologische Beschreibung der einzelnen Provinzen, alsdann eine historisch-geologische Darstellung der vertretenen Formationen, zum Schluß ein Eingehen auf den wichtigen vulkanischen Faktor des Baues und der Entstehung des Landes, sowie das Vorkommen bedeutsamer Lagerstätten, unter denen das Petroleum ja Weltruf besitzt. Natürlich kann im letzteren Falle so eingehend, wie es der Stoff an sich ermöglichte, die Behandlung nicht sein, um nicht den Gesamtrahmen zu sprengen. Statistisches Material insbesondere ist nur bescheiden verwendet worden.

Die einschlägige Literatur ist in umfangreichem Maße herangezogen worden. Man ist also an Hand des Buches in der Lage, sich schnell über bestimmte Fragen zu unterrichten. Kartenskizzen erleichtern das Zurechtfinden. Ganz hervorragend schön ist das Titelbild vom Popocatepetl in N-Ansicht. Edw. Hennig.

Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Vierte, neubearbeitete Auflage. Mit 150 Abb. im Text. Jena 1921, G. Fischer.

Der Wunsch Kerners, daß Theoretiker und Praktiker sich zu gemeinsamer Arbeit vereinigen möchten, und mit dem Molisch sein Buch beschließt, ist auf manchen Gebieten der angewandten Botanik bereits erfüllt. Daß auch die gärtnerische Botanik allmählich diesen Weg geht, lehrt der große Erfolg des vorliegenden Buches. Die Gärtner scheinen doch mit der Zeit einzusehen, daß die Wissenschaft nicht nur ein dekoratives Beiwerk ihres Gewerbes ist, sondern daß sie in der Tat auch die gärtnerische Praxis zu unterstützen und zu fördern vermag. — Nachdem die vorigen Auflagen an dieser Stelle gewürdigt worden sind, ist ein näheres Eingehen auf den Inhalt des Buches, das in den weitesten Kreisen ja schon bekannt ist, nicht mehr nötig. — Daß der Verf. wiederum die neuesten Forschungsergebnisse berücksichtigt, soweit es angebracht erschien, ist selbstverständlich. Außer Botanikern und Gärtnern kann die Molischsche Pflanzenphysiologie jedem Gebildeten, der irgendwie gärtnerische oder landwirtschaftliche Praxis ausübt, aufs wärmste empfohlen werden, wenn er seinen Gesichtskreis erweitern und seine Kenntnisse vertiefen will. Wächter.

Till, Alfred, Petrographisches Praktikum (Anleitung zur makroskopischen Gesteinsbestimmung, mit zahlreichen Übungsaufgaben). 2. Aufl. Wien 1920, Seidel u. Sohn.

Das Werkchen wendet sich an Angehörige der Nachbarwissenschaften, um ihnen das Allerwesentlichste an petrographischen Begriffen zu vermitteln und bestrebt sich vor allem Anleitung zu Übungen am Material zu sein, beschränkt sich aber bewußt auf makroskopische Hilfsmethoden. Ob es bei so bescheidener Zielsteckung geboten ist, in die Nomenklatur so weit hineinzuführen, wie hier geschieht, mag dahingestellt sein. Zweifeln kann man wohl gar, ob sich persönliche Anleitung überhaupt durch gedrucktes Wort ersetzen läßt. Da eine Neuauflage möglich war, muß doch wohl ein Bedürfnis dadurch gestillt werden.

Indem Sedimente mitbehandelt werden, erscheint eine erste Gliederung nach Härte, Dichte usw. als recht wenig glücklich, da Verschiedenartigstes in solchen Rubriken nebeneinander erscheint und eher zu verwirren droht. Zum Glück ist die Druckanordnung recht geschickt und verhilft zum Zurechtfinden. Auch die Tabellen können gute Dienste leisten. Einfachste Aufgaben sollen der aktiven Mitarbeit des Schülers zugute kommen. Edw. Hennig.

Langenbeck, B., Physische Erdkunde. I. Die Erde als Ganzes und die Erdoberfläche. Slg. Göschen Nr. 849. 110 S., 26 Abb. Vereinigung wissenschaftl. Verl., Berlin-Leipzig 1922. 12 M.

Als erste von 4 Lieferungen behandelt das Bändchen Morphologie und gesamt-tellurisches Wesen in sehr ansprechender und bei aller Kürze den Kern der Dinge und Probleme herausschälender Darstellung. Die Grenze zwischen Wissen und Hypothese wird nach Möglichkeit beachtet. Besonders wird vielfach die Darstellung des Erdinnern, der Wärme-, Dichte- und Schwere-Verhältnisse, wie der Bedeutung der Rotation für die Gestaltung der Oberfläche begrüßt werden, weil auf diesen Gebieten zurzeit ein emsiges Ringen um Einsicht am Werke ist.

Das nächste Heft soll Luft- und Wasserhülle zum Gegenstande haben. Edw. Hennig.

Inhalt: H. Stadler, Wandernde Fledermäuse. S. 649. S. v. Kobbe, Über Lichtablenkung nahe der Sonne und Perihelbewegung. (1 Abb.) S. 652. — **Einzelberichte:** H. Dingler, Neuere Forschungen zum Ökonomieprinzip. S. 654. Cohen-Kysper, Kontinuität des Keimplasmas oder Wiederherstellung der Keimzelle? S. 658. H. v. Guttenberg, Studien über den Phototropismus der Pflanzen. S. 659. M. Rikli, Die den 80° n. Br. erreichenden oder überschreitenden Gefäßpflanzen. S. 661. — **Bücherbesprechungen:** L. Frobenius und Ritter von Wilm, Atlas africanus. S. 662. O. Kleinschmidt, Die Singvögel der Heimat. S. 663. W. Freudenberg, Geologie von Mexiko. S. 663. H. Molisch, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. S. 664. A. Till, Petrographisches Praktikum. S. 664. B. Langenbeck, Physische Erdkunde. S. 664.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 3. Dezember 1922. | Nummer 49.

Die Lager aus tierischen und pflanzlichen Resten im Diluvium des Elbstromgebietes.

[Nachdruck verboten.]

Von **Eduard Zache.**

Die oberste Bodendecke der norddeutschen Ebene, das Diluvium, besteht aus losen Gesteinstrümmern, und selbst der Geschiebelehm besitzt nur an seltenen Stellen einen steinharten Zusammenhang. Trotzdem unterscheidet er sich deutlich von den Sanden und Tonen, weil er eine Schuttmasse bildet, d. h. aus einem Gemenge von großen, kleinen und kleinsten Gesteinstrümmern besteht, während die Sande und Tone jeder einzelnen Bank eine übereinstimmende Korngröße aufweisen. Seiner ganzen Beschaffenheit nach ist er somit kein echtes Schichtgestein. Dazu kommt, daß er gegenüber den Sanden und Tonen merklich zurücktritt; und wenn er auch an einigen Örtlichkeiten eine auffallende Mächtigkeit erreicht, so fehlt er doch an anderen Stellen vollständig. Weil also die Schichtgesteine in vielen Strichen der norddeutschen Ebene bedeutend überwiegen, ergibt sich, daß bei der Entstehung des Diluviums große Mengen von strömendem Wasser aufgetreten sind, die beim Abschmelzen der Eisdecke frei geworden waren.

Der Geschiebelehm besitzt in dem ganzen Gebiet eine überraschende Übereinstimmung in seinem Gefüge, und wenn daher die Schichtgesteine beim Zerfall des nordischen Schutteises aus ihm allein entstanden wären, so müßten auch sie wieder dieselbe Gleichförmigkeit aufweisen. Dies ist aber durchaus nicht der Fall, es finden sich vielmehr Bänke eingelagert, deren Gesteinstrümmer aus dem vordiluvialen Untergrund stammen und die daher mit Recht als „wurzellose Schollen" bezeichnet worden sind. Das Auftreten dieser fremden Schichten ist also ein Beleg dafür, daß die diluviale Eisdecke auch ganz reines Wasser geliefert haben muß, welches die Gesteinstrümmer des Untergrundes in Bewegung setzte und wieder fallen ließ. Diese Tatsache führte mich zu dem Schluß, die diluviale Eisdecke habe aus zweierlei Bänken bestanden, nämlich sowohl aus solchen von nordischem Schutteis, als auch aus solchen von reinem Heimeis. Während jenes von den skandinavischen Gebirgen herabgerückt war, hatte sich dieses an Ort und Stelle aus dem angehäuften Schnee gebildet. Vielleicht war das letztere sogar mächtiger und lieferte daher auch beim Auftauen den Hauptbeitrag für die Abschmelzwässer.

Die Belege für das Auftreten von Firneisbänken und Schutteisbänken in der norddeutschen Ebene habe ich in zwei Aufsätzen [1]) dieser Zeitschrift beigebracht, und ich habe diese kurze Einleitung auch nur deshalb vorangestellt, weil in dem folgenden Aufsatz die Arbeit des strömenden Wassers ganz besonders deutlich hervortreten wird, indem nämlich die Sonderung der tierischen und pflanzlichen Reste an vielen Lagerstätten vollkommen durchgeführt ist. In den beiden Aufsätzen hatte ich schon den Schluß gezogen, daß auch die organischen Einlagerungen zu den wurzellosen Schollen des Diluviums gerechnet werden müssen, weil sie sich ebenso regelmäßig in den Verband der Schichten einfügen, wie es die Lager aus fremden Gesteinstrümmern und die chemischen Niederschläge tun.

Die Lagerstätten mit tierischen und pflanzlichen Resten sind im norddeutschen Diluvium weit verbreitet und vielleicht häufiger als die chemischen Niederschläge sowie die wurzellosen Schollen; Wahnschaffe [2]) widmet ihnen in seinem Buche einen Raum von 36 Seiten. Aus dieser Fülle will ich hier nur folgende Fundpunkte auswählen: Klinge zwischen Cottbus und Forst, die Umgegend Berlins (Berlin selbst, Neukölln, Kohlhasenbrück, Alt-Geltow, Motzen, Grunewald, Müggelheim, Klein-Eichholz, Glindow, Phöben), Nennhausen, Rathenow, die Umgegend von Belzig und Niemegk, Hundisburg, Ülzen, Westerweyhe, Wiechel bei Unterlüß, Nieder- und Oberohe bei Soltau, Honerdingen, Deutsch Ewern südlich von Lüneburg, Godenstedt bei Zewen, der Kuhgrund bei Lauenburg, Tesperhude, Glinde, Ütersen, Schulau, Ohlsdorf (diese letzteren fünf bei Hamburg) und endlich die Insel Sylt. Die Auswahl ist daher so getroffen worden, daß die Örtlichkeiten im Flußnetz der heutigen Elbe liegen, und es folgt dann aus der Übersicht weiter, daß die Fundpunkte sich in der Richtung des Gefälles häufen, wobei man allerdings in Betracht ziehen muß, daß die Umgebung Berlins besonders reich an ihnen sein wird, weil hier seit alter Zeit der Bedarf an Sand und Ton eine größere Anzahl von Aufschlüssen

[1]) E. Zache, Die diluviale Eisdecke und die letzte Krustenbewegung in Norddeutschland. Naturw. Wochenschr. N. F. 18. Bd., der ganzen Reihe 34. Bd., Nr. 12, S. 161, 1919.

E. Zache, Die chemischen Niederschläge des norddeutschen Diluviums. Ebenda 20. Bd. bzw. 36. Bd., Nr. 32, S. 457, 1921.

[2]) F. Wahnschaffe, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Aufl. Stuttgart 1909. S. 292 bis 328.

hervorgerufen hat als weiter ab von dieser wichtigen Verbrauchsstelle.

Die Lagerbestände sind an den einzelnen Fundpunkten sehr verschieden, und man kann zunächst zwei Gegensätze feststellen: einmal finden sich Örtlichkeiten, die nur pflanzliche Trümmer aufweisen, und dann andere, die nur tierische Reste führen. Endlich treten auch solche auf mit einer Mischung von beiden. Von den pflanzlichen Lagerstätten kann man sagen, daß sie an der untersten Elbe und auf Sylt ganz rein auftreten. Das schönste Beispiel dieser Art ist das Torflager des Damenbades bei Westerland auf Sylt,[1]) das früher eifrig ausgebeutet wurde, und unter der Stadt Westerland ist in einer Bohrung das Torflager mit 10 m nicht durchsunken worden, so daß es auch das mächtigste von allen ist. An anderen Stellen sind die pflanzlichen Trümmer mit Erde dicht gemengt, und in Klinge und Körbiskrug liegt der Pflanzenmull zwischen parallelen dünnen Ton- bzw. Sandbänken. Während die Pflanzentrümmer, wenigstens an einigen Lagerstätten, echte Flöze aus Schwemmtorf bilden, stecken die tierischen Reste immer locker in den Erdmassen und treten niemals in dichten Bänken auf.

Dieser große Unterschied in dem Bau der beiden Lagerstätten muß zurückgeführt werden auf die Art und Weise, wie die organischen Reste verschoben wurden. Die Pflanzentrümmer schwimmen auf dem Wasser, während die Reste der Tiere, die Knochen, die Zähne und die Gehäuse der Schnecken, auf der Sohle des Stromes entlang gerollt werden. Die Pflanzenreste können daher erst zur Ruhe kommen, wenn das Wasser zu fließen aufhört, während die tierischen Trümmer dort liegen bleiben, wo die Stoßkraft des Wassers versagt. Wenn daher eine 10 m mächtige Schicht aus Pflanzentrümmern sich vorfindet, so gehört dazu ein großes Hinterland, das den Bestand des heutigen Lagers lieferte. Wo dagegen das Pflanzenlager unbedeutend ist, fehlt ein solches. Sylt auf der einen Seite und Klinge bzw. Körbiskrug auf der anderen Seite sind die dazu gehörigen Beispiele. Aus der Anhäufung der Pflanzentrümmer im unteren Abschnitt des Elbgeländes folgt daher, daß schon in der Abschmelzzeit der diluvialen Eisdecke genau wie heute wieder ein großer Wasserstrom hier sein Ende erreichte, der ein breites Geäst von Nebenflüssen sammelte. In den beiden angeführten Aufsätzen ist von mir nachgewiesen worden, daß dieser Strom mit seinen Zuflüssen ein Untereisstrom war, der von dem darüber ausgespannten Eisgewölbe mit Schmelzwasser versorgt wurde.

Die Anhäufung der pflanzlichen Trümmer hat sich offenbar an jeder einzelnen Lagerstätte in einer besonderen Weise abgespielt. Wo z. B. die Schwemmtorfschicht sehr rein und daneben noch sehr mächtig ist, hat der Wasserstrom nichts weiter mitgebracht als die Pflanzentrümmer. Wo dagegen, wie in Klinge und Körbiskrug, Pflanzen- und Erdschichten in mehrfacher Wiederholung abwechseln, sind die beiden zusammengehörigen Niederschläge zur selben Zeit, d. h. mit einem Schub, eingetroffen, und die pflanzlichen und mineralischen Trümmer haben sich erst beim Niederfallen gesondert, weil die spezifisch schwereren zuerst zu Boden fielen. Deshalb darf man bei diesem regelmäßigen Schichtenwechsel vielleicht an einen durch den Witterungswandel der Jahreszeiten bedingten Anlaß denken, der sich beim Abschmelzen des Inlandeises eingestellt hatte. Damit aber die Pflanzentrümmer sich glatt auf der Sohle einer Mulde niederschlagen konnten, mußte das Wasser in den Boden einsickern und sich dort als Grundwasser einen Weg suchen. Dazu war der Untergrund im Unterlauf der Elbe besonders geeignet, weil z. B. unter der Stadt Hamburg das Diluvium 180 und mehr Meter mächtig ist. An manchen Lagerstätten hat sich Moorerde angehäuft; hier muß man wohl an einen Schlammstrom denken, bei dem es also an Wasser fehlte, um eine Sonderung der Gemengteile zu bewirken.

In den aufgeführten Örtlichkeiten handelt es sich um echte Torfe, die aus den Geweberesten der höheren Pflanzen, vermischt mit Früchten, Samen und Blütenstaub, zusammengesetzt sind. Nicht wunderbar ist es daher, daß sich auch die Kieselskelette der Süßwasserdiatomeen in besonderen Lagern angehäuft haben und z. B. bei Wiechel 20 m Mächtigkeit erreichen. Dabei ist es auffällig, daß diese Lager sich nur an mehreren Örtlichkeiten der Lüneburger Heide zwischen Ülzen und Soltau, d. h. schon oberhalb Hamburgs, finden. Auch diese Tatsache deutet daher auf eine Sonderung der Stromtrübe durch die Untereisströme hin.

Ihre sichtende Tätigkeit tritt aber noch deutlicher bei den tierischen Lagerbeständen hervor, weil hier auch an vielen Orten eine Übereinstimmung der organischen Reste mit der Korngröße der einschließenden Bodenschicht festzustellen ist. Die Andeutung einer solchen geht z. B. aus der Schilderung Hennigs[1]) hervor; hier heißt es: In der Nähe des Jagdschlosses Grunewald, in einer Kiesgrube, wo Sande, Grande und ganz grobe Gerölle häufig und plötzlich wechseln, fanden sich die Gehäuse der Paludinen in allen Schichten, wurden jedoch nach oben hin, wo die Korngröße bedeutend nachläßt, häufiger angetroffen. Aber selbst in den ganz groben Geröllen lagen guterhaltene Schalen. Hennig berichtet weiter: „Der Weg längs der Ostseite des Grunewaldsees

[1]) W. Wolff, Geologische Beobachtungen auf Sylt nach der Dezemberflut 1909. Monatsber. d. deutsch. geolog. Ges. 1910, S. 40.

[1]) E. Hennig, Ein neuer Fundpunkt von Paludina diluviana. Monatsber. d. deutsch. geolog. Ges. Nr. 12, 1908, S. 342.

ist mit diesem Kies beschottert worden, und hier lagen noch zahlreiche Paludinen. Dies ist ein Zeichen für die Widerstandsfähigkeit der Gehäuse, d. h. der gute Erhaltungszustand spricht nicht gegen sekundäre Lagerung." Auf eine streng durchgeführte Sichtung deutet das Profil von Alt-Geltow unweit Werders a. H. hin, wo nur die kleinen Gehäuse der Valvaten und Bithynien unregelmäßig zerstreut in einem pulverförmigen Niederschlag eingebettet sind. Und von den Zähnen der großen Säugetiere aus den alten Rixdorfer Sandgruben wird berichtet, daß sie sich in einer 2 m mächtigen Kiesschicht dicht über der Sohle gefunden haben.

Wo die Sonderung der organischen Reste nebst den begleitenden Bodenschichten streng durchgeführt ist, war offenbar ein langer Untereisstrom im Betrieb gewesen, der keine Zuflüsse aus der Nachbarschaft aufgenommen hatte, die gröbere Trümmer in seinen Lauf führten, als er imstande war weiter zu bewegen. Solche Fälle sind indessen auch sehr häufig, denn in Klinge hatte man zwei fast vollständige Skelette gefunden, und zwar stammt das eine von einem Mammut und das andere von einem Rind. Dieser Umstand lehrt, daß der Weg zwischen der heutigen Fundstelle der großen Knochen und dem Lagerplatz unter dem Eise nur ein sehr kurzer gewesen sein kann. Auch das Vorkommen der Paludinen des Grunewaldes bestätigt, daß die Stoßkraft der Untereisströme sehr veränderlich sein konnte.

Die bisher angeführten Lagerstätten sind in Aufschlüssen bloßgelegt worden, und daneben gibt es noch eine große Zahl, die durch Tiefbohrungen festgestellt wurden. Die letzteren sind um so wertvoller, weil sie Auskunft geben über die wechselnde Höhe, in welcher die organischen Einschlüsse in der diluvialen Decke auftreten. Die tiefste Schicht unseres Gebietes ist die Paludinenbank, die nach den Gehäusen dieser Schnecke genannt wurde, obwohl man daneben noch andere Conchylienreste festgestellt hat. In Berlin selbst und rings um Berlin ist sie an vielen Stellen erbohrt worden, und die Gehäuse zeigen oft einen so guten Erhaltungszustand, daß man deswegen auf eine Siedlungsstätte schließen könnte. In diesen Bohrungen ist die Paludinenbank 40 m unter der Talsohle der Spree angetroffen worden. Und in derselben Höhe über dem Meeresspiegel findet sie sich auch noch in einer der Rüdersdorfer Tiefbohrungen. Diesen tiefsten Fundpunkten stehen indes eine große Anzahl höhere gegenüber, z. B. der bei Phöben,[1]) wo die Paludinenbank unter der Oberfläche des Haveltales liegt und zwar 25 m über dem Meeresspiegel, also bedeutend höher als jene unter dem Spreetal, weil sie hier erst 10 m unter dem Meeresspiegel angetroffen wurde. Der Fundpunkt im Grunewald erhebt sich über die Ebene des märkischen Seespiegels, und ich habe die Gehäuse sogar in den hangenden Sanden einer der Glindower Tongruben gesammelt sowie in einer Kiesgrube dicht unter einer dünnen Decke aus Oberem Geschiebelehm. Der Aufschluß liegt auf der Südböschung der Lebuser Höhe gegenüber von Fürstenwalde a. S. bei dem „Gute" Palmnicken ungefähr 68 m über dem Meeresspiegel.[1]) Die Rixdorfer Säugetierreste treten in der Höhe des Spreetales auf. Im tieferen Untergrunde Hamburgs endlich sind im Diluvium Einlagerungen von Meeresconchylien festgestellt worden, die also in den Eisgewölben durch Meeresströmungen angehäuft worden waren und zwar zu einer Zeit, als die diluvialen Ablagerungen das Meer noch nicht so weit zurückgedrängt hatten wie heute.

Was nun die Pflanzenlager und ihre Verteilung in den diluvialen Schichten betrifft, so lagert das Torflager Sylts auf dem Vorstrand, und die Tiefbohrungen in der Stadt Westerland haben die Torflager in derselben Höhe angetroffen. An der Böschung des rechten Elbufers bei Hamburg, die 6—7 m hoch ist, ruhen die Pflanzenreste in der Ebene des Strandes. Das Motzener, das Klinger und das Körbiskruger Torflager wurden in Ziegeleigruben aufgeschlossen, und die Diatomeenlager der Lüneburger Heide liegen auch flach, denn bei Wiechel schwankt die Sanddecke zwischen 1,5 und 3 m Mächtigkeit. Die tierischen Reste sind daher durch das ganze Diluvium verteilt, während die pflanzlichen allein in den höheren Lagen angetroffen werden. Das geht aus den aufgeführten Beobachtungen hervor und folgt auch aus der Art und Weise, wie die Pflanzentrümmer verschoben wurden; weil das strömende Wasser sie länger in Bewegung hielt, so konnten sie sich erst niederschlagen, als die Masse des Schmelzwassers schon bedeutend abgenommen und seine Stoßkraft zum großen Teil verloren hatte. Wenn die tierischen Reste meistens locker verteilt in den Schichten sitzen, so kommt es doch auch vor, daß sie an manchen Stellen auffallend zahlreich vorhanden sind, wie dies z. B. aus einer der Rüdersdorfer Bohrungen[2]) hervorgeht. An der betreffenden Stelle heißt es, daß „der Sand mit massenhaften zum Teil wenig verletzten, weiß- oder blauschaligen Paludina diluviana angefüllt war". Diese Sandbank war 5,5 m mächtig.

Wenn ich in den tierischen und pflanzlichen Anhäufungen des Diluviums Anschwemmungen erblicke, die ich mit den wurzellosen Schollen auf eine Stufe stelle, so muß ich folgerichtig die Siedlungen, die vorher die Tiere und Pflanzen bewohnten, auf der tertiären Oberfläche unter der diluvialen Decke suchen. Die aufgefundenen Reste, namentlich die tierischen, weisen darauf

[1]) F. Soenderop und H. Menzel, Interglaziale paludinenführende Ablagerungen von Phöben bei Werder a. H. Monatsber. d. d. geol. Ges. Nr. 2, 1909, S. 57.

[1]) Den Nachweis dieser Stelle verdanke ich Herrn Oberingenieur Bennhold, Fürstenwalde.

[2]) Erläuterungen der geologischen Spezialkarte von Preußen 1900, S. 41.

hin, daß die Siedlungsstellen Wasserbecken waren; und wenn sich in den Anschwemmungen Samen und Früchte sowie Blätter von Landpflanzen nebst Knochen von Landtieren finden, so sind sie vom Wind und Wasser erst in die Sammelstellen befördert worden. Unter dem Wasser und später unter dem Eise konnten die organischen Reste allein ausdauern, und alle Überbleibsel, die auf dem trocknen Boden lagerten, wurden durch die Verwitterung zerstört.

Bisher ist mir keine Siedlungsstätte auf dieser Grenzfläche bekannt geworden, wohl aber habe ich die Trennungsfläche selbst an einigen Stellen vorgefunden. Im Sommer 1914 war eine solche in einer Ziegeleigrube bei Hansdorf, 10 km südlich von Sorau, in großer Ausdehnung freigelegt worden. Man hatte einen diluvialen Kiesrücken abgeräumt, um zu dem tertiären Ton zu gelangen. Seine Oberfläche bildete eine ganz glatte wagerechte Ebene, in welche breite flache Rinnen, die kaum auffielen, eingeschnitten waren. Sie erinnerte mich lebhaft an die Oberfläche des Rüdersdorfer Muschelkalkes, wie sie am Ausgang des vorigen Jahrhunderts auf den flach einfallenden Schichtflächen am nördlichen Rande sich darbot, natürlich fehlten auf dem tertiären Ton die Schrammen. Die Photographie Wahnschaffes zwischen S. 80 und 81 hat diese Erscheinung aus Rüdersdorf festgehalten. Eine zweite ausgedehnte Grenzfläche zwischen Diluvium und Tertiär ist von mir [1]) nach einer Photographie wiedergegeben worden. Sie findet sich in dem Tagebau der Grube Finkenherd südlich von Frankfurt a. O. Hier stößt die Braunkohle mit einer Verwerfungskluft gegen weißen tertiären Quarzsand, und beide Gebirgsglieder werden von einer wagerechten Ebene begrenzt, auf welcher als unterstes Glied des Diluviums eine 5 m mächtige Bank aus Geschiebelehm lagert, der steinhart ist und eine graue Farbe besitzt.

Die wagerechte und glatte Herrichtung der Flächen in den beiden Fällen genügt wohl schon allein, um sie als eine Flutebene ansprechen zu können. Und es müssen daher hier große Wassermassen entlang geflossen sein, die alle Unebenheiten der Sohle beseitigten. Bei einer derartigen Stoßkraft des Wassers, wie sie sich gerade in dem Fall der Grube Finkenherd offenbart, darf man wohl schwerlich hoffen, ausgedehnte Siedlungen auf der Grenzfläche anzutreffen. Die Wassermassen, die eine solche Arbeit verrichteten, strömten über weite Gebiete dahin wie etwa das Meer zur Zeit der Ebbe und Flut. Ihre Quellen lagen in der Eisdecke, die selbst flächenhaft und lückenlos die ganze norddeutsche Ebene überspannte. Die Schmelzwässer werden sich in der ersten Zeit, nachdem das Auftauen eingesetzt hatte, noch gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt haben, weil die unterste Lage der Eisdecke wohl ganz allein aus Heimeis bestand. Sobald aber erst an vielen Stellen die Decke der Eisgewölbe aus nordischem Schutteis aufgebaut war, wird dort eine Hemmung in der Zufuhr des Schmelzwassers eingetreten sein. Auf diesen Unterschied in dem Bau der Eisgewölbe und die Folgen, die sich daraus für die Zusammensetzung der Niederschläge auf der Sohle der Eisgewölbe ergaben, habe ich in dem ersten der beiden Aufsätze ausdrücklich hingewiesen. Und die glatte Decke aus Geschiebelehm in der Braunkohlengrube Finkenherd und der Kiesrücken über dem tertiären Ton bei Hansdorf sind Belege dafür, daß hier die Decke des Eisgewölbes schon aus nordischem Schutteis bestanden hat. Es mag hier nur kurz angedeutet werden, daß die Beschaffenheit der heutigen Decken an beiden Örtlichkeiten auf die Bodenschichten, die das Liegende bilden, zurückgeführt werden muß. Die Sande und die Braunkohlen in Finkenherd waren nämlich imstande die letzten Reste des Schmelzwassers aus der nordischen Schutteisdecke zu verschlucken, so daß der Untereisstrom hier versiegte und der gesamte Gesteinsschutt des nordischen Eises, ohne eine Sonderung zu erfahren, sich niederschlug, während bei Hansdorf der undurchlässige Ton das letzte Schmelzwasser auf seiner Oberfläche sammelte, so daß es abfließen mußte, wobei es die feinen Gesteinstrümmer aus der Schutteisdecke entführte.

Weil nun die Schmelzwasserströme die Oberfläche unter der Eisdecke gründlich abgeräumt haben, so daß dort schwerlich Siedlungen erhalten geblieben sind, so bleibt nichts weiter übrig, als die organischen Anschwemmungen des Diluviums darauf zu prüfen, ob sich zwischen ihnen mineralische Reste der tertiären Oberfläche feststellen lassen. Eine solche Stelle, wo dies der Fall ist, findet sich bei Hundisburg in der Nachbarschaft von Neuhaldensleben. Wahnschaffe berichtet S. 308, daß unter einer 0,5 bis 2,5 m mächtigen Decke aus Geschiebelehm ein 1,5 m mächtiges Lager aus groben Schottern sich ausbreitet, die hauptsächlich einheimischen Ursprungs sind, d. h. Porphyrite und Grauwacken führen und Land- und Süßwasserschnecken nebst Wirbeltierresten einschließen. Und der Pflanzenmull von Körbiskrug ruht zwischen farblosen kleinen Quarzkörnchen tertiären Sandes. In beiden Fällen müssen daher die organischen Trümmer mit den mineralischen zusammen verschoben worden sein.

Die Prüfung der Lagerbestände hat nun ergeben, daß die diluviale Tier- und Pflanzengesellschaft fast völlig mit der heutigen übereinstimmt, und man kann nur sagen, daß die zeitgenössische Tiergesellschaft etwas ärmer an Arten ist als die diluviale. Dies geht z. B. deutlich aus einer Liste, die H. Menzel [1]) zusammengestellt

[1]) E. Zache, Die subglaziale Abrasionsebene zwischen dem Braunkohlengebirge und dem Moränengebirge in der Provinz Brandenburg. Brandenburgia. Monatsbl. d. Ges. für Heimatkunde der Prov. Brandenb. XX. Jahrg., 1911, S. 225.

[1]) H. Menzel, Klimaänderungen und Binnenmollusken im nördlichen Deutschland seit der letzten Eiszeit. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 62. Bd., 1910, S. 199.

hat, hervor. Im Diluvium lebten nämlich 211 Arten hier, während im Alluvium nur 107 aufgezählt werden. Von den großen Säugetieren haben sich die meisten nach dem Abschmelzen des Eises wieder eingestellt, und es fehlen nur die großen Dickhäuter, nämlich die beiden Nashörner und die beiden Elefanten. Die Nashörner und der eine der Elefanten, das Mammut, sind echte Diluvialtiere, während der andere Elefant, der E. antiquus, schon im Pliocän das nördliche Europa bewohnte, wie die Funde aus dem Forest bed in Norfolk zeigen. Er war offenbar ein wärmeliebendes Tier, wie weiter daraus hervorgeht, daß seine Trümmer im Diluvium Afrikas festgestellt worden sind. Er war daher wahrscheinlich schon vor dem Mammut in Norddeutschland ausgestorben, so daß seine Überreste aus einer älteren Zeit stammen müssen. Sie bilden daher in diesem Punkte den Übergang zu einer anderen Gruppe von Diluvialfunden, nämlich von solchen, die noch älter sind und daher aus tieferen Schichten ausgespült worden sind, so daß sie schon vor der Eisbedeckung in den Sammelbecken der alten Oberfläche den diluvialen Resten beigemengt worden waren. Von Pflanzenresten einer älteren Zeit gehören hierher die Früchte von Dulichium und die Samen von Brasenia. Namentlich die letzteren sind durch ihre Härte ausgezeichnet, weil ihre Samenschale stark verholzt ist, und außerdem haben sie eine kugelrunde Gestalt. Diese Ausrüstung sicherte die Samen, so daß sie gegen das Verderben gut geschützt waren, und daher ist es kein Wunder, wenn Nehring in Klinge tausend Stück von ihnen sammeln konnte. Die Fundstücke einer älteren Zeit haben somit eine wiederholte Umbettung erfahren, indem sie aus einer ursprünglichen Lagerstelle zunächst durch einen Wasserstrom in die Sammelstelle unter der späteren Eisdecke geschafft worden waren und von dort erst zu der heutigen durch das Schmelzwasser. Die Schwierigkeiten, die sich bei der Untersuchung und Deutung der Lagerbestände der organischen Niederschläge einstellen können, werden durch einen Fund aus Klinge besonders hell beleuchtet. Dort hatte sich eine Samenart gefunden, die seinerzeit (1890) nicht bloß die Berliner Botaniker,[1]) sondern auch die von außerhalb lebhaft beschäftigte. Ascherson hatte diesen Fund die Rätselfrucht genannt, und Nehring taufte die Art Paradoxocarpus carinatus. Potonié stellte darauf fest, daß der Bau des Samens völlig mit dem der tertiären Gattung Fulliculites übereinstimmte, und bezeichnete die zugehörige Pflanze daher F. carinatus. Da fand Keilhack,[2]) daß die fraglichen Samen die der Wasserschere (Stratiotes aloides) seien, so daß damit ein weiteres Mitglied unserer heutigen Flora gefunden war, das schon vor der Vereisung hier gelebt hatte.

Die diluvialen Bänke beherbergen indes neben diesen eben beschriebenen Funden aus einer älteren Zeit noch Reste, die sicher aus den Braunkohlenflözen stammen. Bei Halbe (5 km südlich von Königs-Wusterhausen) hat Wahnschaffe[1]) und nicht weit davon, zwischen Groß Besten und Gräbendorf habe ich in den Wänden der Ziegeleigruben Brocken und Staub sowie auch Holzstücke aus der Braunkohle gefunden; die letzteren waren zum Teil wie Bachgerölle abgerundet. Solche Funde lehren, daß die Schmelzwässer auch gelegentlich tief in den Untergrund eingedrungen waren und von dort Trümmer emporgebracht hatten, die sie unvermischt wieder absetzten. Es ist daher ein Unterschied zu machen, ob die älteren Trümmer mit den diluvialen gemischt angetroffen werden oder ob sie sich rein vorfinden. In letzterem Falle müssen die Untereisströme andere Wege eingeschlagen haben als jene, welche die oberirdischen Sammelstellen der alten Oberfläche berührten. Es ist auch möglich, daß die Braunkohlenflöze an manchen Stellen an die Oberfläche unter dem Eise heranreichten oder daß sie erst durch die Krustenbewegung an diese alte Oberfläche herangebracht worden waren, nachdem sie völlig abgeräumt worden war. Krustenbewegungen spielten gegen das Ende der Eiszeit eine große Rolle in der norddeutschen Ebene, und ich habe in den beiden ersten Aufsätzen dafür schon eine Anzahl Belege beigebracht, die im folgenden noch um einige vermehrt werden können.

Die Spuren der Krustenbewegungen waren seinerzeit gerade auch in Klinge und Körbiskrug gut zu beobachten. In beiden Profilen fielen die gebänderten Schichten unter einem spitzen Winkel gegen den Horizont ein. Dieses Verhalten tritt besonders in einer Skizze Credners[2]) hervor, weil dort die pflanzenführenden Schichten an ihrer oberen Kante von einer wagerechten Linie abgeschnitten werden und die hangenden Schichten horizontal verlaufen. Im Jahre 1911 habe ich in Körbiskrug vor dem Profil eine ganz ähnliche Skizze angefertigt. Diese auffällige Abweichung in der Lagerung zwischen dem Liegenden und dem Hangenden ist in vielen Profilen der norddeutschen Ebene festgestellt worden, und ich habe in dem ersten Aufsatz einige von ihnen aufgeführt und erläutert. In der Credner'schen Zeichnung ist aber außerdem noch die Spur einer zweiten Störung eingetragen. Und zwar findet sie sich

[1]) Neuere Untersuchungen des diluvialen Torflagers bei Klinge unweit Kottbus. Nach Veröffentlichungen von H. Credner, K. Keilhack, A. Nehring, H. Potonié, F. Wahnschaffe, C. A. Weber und A. Weberbauer. Naturw. Wochenschr. VIII. Bd., 1893, Nr. 37, S. 393.

[2]) K. Keilhack, Über Fulliculites. Naturw. Wochenschrift XI. Bd., 1896, Nr. 42, S. 504.

[1]) F. Wahnschaffe, Zur Kritik der Interglazialbildungen in der Umgegend von Berlin. Monatsber. d. d. geolog. Ges. Nr. 5, 1906, S. 152.

[2]) H. Credner, Über die Stellung der Klinger Schichten. Berichte über die Verhandlungen der Kgl. sächs. Ges. der Wissenschaften zu Leipzig. Math.-physik. Klasse. Leipzig 1892, S. 385.

unter der wagerechten Linie des Profils; sie erstreckt sich hier nur bis zu einer geringen Tiefe hinab und hat auch nur eine beschränkte Ausdehnung. Die pflanzenführenden Schichten sind nämlich an dieser Stelle gekröseartig zusammengeschoben, während in ihrer Nachbarschaft und darunter die Schichten völlig ungestört lagern.

Hier sind somit an einer Stelle zwei Störungen ausgebildet, eine große und eine kleine, und die letztere ist gerade von besonderer Wichtigkeit, weil sie von dem Vorhandensein eines Eisgewölbes ein klares Zeugnis gibt. Ich lege daher das Klinger Profil in folgender Weise aus: die pflanzenführenden Schichten wurden auf der Sohle eines Eisgewölbes abgelagert; nachdem der Absatz eine gewisse Mächtigkeit erreicht hatte, setzte die Krustenbewegung ein und hob die Sohle empor. Dabei ging natürlich auch das Eisgewölbe in Trümmer, und einzelne Eisblöcke bohrten sich in den Grund ein. Nachdem darauf die Ruhe wieder eingetreten war, bildete sich abermals ein Untereisstrom, der nun die Sohle erst wieder einebnen mußte, bevor der Absatz der hangenden Sande beginnen konnte. Der Untereisstrom hatte somit nach der Krustenbewegung für eine kurze Zeit seine Rolle vertauscht und wird natürlich auch eine Anzahl der pflanzenführenden Schichten zerstört haben, deren Trümmer von neuem in den Schmelzwasserstrom eingereiht wurden und vielleicht unterhalb wieder zum Stilliegen kamen.

Natürlich wurden damit auch die Spuren der Störung, die im Liegenden von den herabgestürzten Eisblöcken erzeugt worden waren, zum größten Teil entfernt, und nur die, welche tief genug hinabreichten, blieben erhalten. In Klinge hatte der Aufschluß nur eine geringe Ausdehnung und eine schwache Mächtigkeit, so daß man die Linien des Profils nicht sehr weit verfolgen konnte. Auch in Körbiskrug war der Stoß mit den pflanzenführenden Schichten nur klein; dafür war aber seinerzeit der Aufschluß hier tiefer, und ich konnte in meiner Skizze unter den pflanzenführenden Schichten eine Tonbank einzeichnen, die einen großen flachen Sattel bildete, der mit den pflanzenführenden Schichten parallel lief. Und dieser flache Sattel ist die untrügliche Spur einer Krustenbewegung. Die Mullschichten von Klinge und Körbiskrug sind daher vor der Krustenbewegung abgesetzt worden, und von den Torflagern auf Sylt berichtet W. Wolff, daß sie sichtlich gestaucht sind, denn sie liegen keineswegs horizontal, sondern stellenweise stark geneigt, so daß auch sie von der Krustenbewegung betroffen worden sind.

Von den Braunkohlenhölzern und den Schmitzen aus Braunkohlenbrocken und Braunkohlenpulver von Halbe und Gräbendorf ist an dieser Stelle noch nachzutragen, daß sie sich dort nur über der wagerechten Flutebene in den hangenden Sanden vorfinden, so daß hierdurch angedeutet wird, daß die Braunkohlenflöze erst durch die Krustenbewegung in den Schmelzwasserstrom hineingehoben worden waren.

In Klinge ist der Einsturz des Eisgewölbes zweifellos durch die Krustenbewegung hervorgerufen worden. Das war aber nicht überall der Fall. E. Horn und C. Gagel[1]) veröffentlichen Profile, bei denen die große Störung fehlt und nur die kleinen unter der wagerechten Linie auftreten. Das Torflager von Winterhude bei Hamburg liegt unter einer 4—7 m mächtigen Sanddecke mit horizontaler Schichtung und setzt sich aus mehreren Flözen zusammen, die durch Sandlagen getrennt sind. Von den liegenden Schichten ist nur die unterste ungestört, während die darüber liegenden in stärkster Weise gestaucht sind, so daß die obersten zu liegenden und völlig überkippten Falten zusammengeschoben worden sind. Die Störungen hören also mit großer Schärfe auch hier unter der wagerechten Flutebene auf.

Das Winterhuder Torflager zwingt dazu, eine neue Gruppe von pflanzenführenden Schichten aufzustellen, in die man auch das Lauenburger einreihen muß. (Wahnschaffe S. 80). An beiden Örtlichkeiten liegen die Torfschichten auf Geschiebelehm, der hier aus der obersten Lage einer nordischen Schutteisschicht übrig geblieben ist. Zur Zeit der Eisbedeckung muß darüber noch eine Schicht aus reinem Heimeis gelagert haben, die beim Abschmelzen das letzte Eisgewölbe bildete, so daß unter ihm die pflanzenführenden Schichten nebst der deckenden Sandschicht von dem Untereisstrom angehäuft wurden. Die Decksande sind in Winterhude völlig frei von Geschieben — höchstens lagern einige am Rande — und führen in Lauenburg nur kleine Steine, die aus der benachbarten Schutteisdecke ausgespült worden waren. Diese beiden Torflager sind daher die jüngsten, die in dem begrenzten Gebiet angehäuft wurden.

In Klinge traten in dem hangenden Sande Kiese und Gerölle auf und zwar solche nordischer und südlicher Herkunft, die also auf eine Decke aus Schutteis schließen lassen, die von Norden und Süden vorgerückt war. Das Auftreten oder Fehlen von Geschieben in den hangenden Sanden dieser weit auseinanderliegenden Örtlichkeiten darf bei der Auslegung nicht vernachlässigt werden, weil man daraus schließen kann, daß sich nur in den nördlichen Strichen eine mächtige Decke aus Heimeis als oberste Schicht bis zum Ende der Eiszeit erhalten hatte, die in den südlichen Gegenden vielleicht gar nicht zur Ausbildung gekommen war. Daher scheint mir diese Tatsache deutlich für die Abhängigkeit der Eisdecke von der geographischen Breite zu sprechen.

In Winterhude, wo der künstliche Aufschluß ziemlich ausgedehnt ist, wurde in dem Mulden-

[1]) E. Horn, Die geologischen Aufschlüsse des Stadtparkes in Winterhude und des Elbtunnels und ihre Bedeutung für die Geschichte der Hamburger Gegend in postglazialer Zeit. Monatsber. d. d. geol. Ges. Nr. 3, 1912, S. 130. Dazu in der Diskussion C. Gagel.

tiefsten als Unterlage des Torfes auch Sand festgestellt, so daß bei dem Absatz ein Abzug für das Schmelzwasser vorhanden war. In Lauenburg liegt ein natürliches Profil vor, das durch die Abstürze des Elbufers bloßgelegt wurde. Hier zieht sich der Geschiebelehm in gleichbleibender Mächtigkeit unter der ganzen Mulde hinweg, und darunter lagert Sand. Somit muß man annehmen, daß auch an dieser Stelle ein Durchlaß durch den Geschiebelehm zum Sand vorhanden sein wird. Die Mulde aus Geschiebelehm ist hier durch eine Verwerfungskluft begrenzt, und daher wird ihre Entstehung wohl mit der Krustenbewegung im Zusammenhang stehen; daraus kann man wieder weiter folgern, daß das Torflager erst nach der Lagerungsstörung entstanden ist; und mithin wird es auch aus diesem Grunde zu den jüngsten zählen.

Die Aufschlüsse, welche die Pflanzenlager bloßlegen, deuten an, daß die Eisgewölbe, besonders die jüngeren, nur einen bescheidenen Umfang hatten, und W. Wolff meldet z. B., daß auf Sylt bei den Tiefbohrungen schon in 8 m Entfernung von einem erbohrten Torflager der Torf nicht wieder angetroffen wurde. Sodann hat H. Credner festgestellt, daß in Klinge die Wanne des Torflagers in Ostwest 150—160 m breit war, während sie in Nordsüd eine viel beträchtlichere Ausdehnung besaß. So viel mir bekannt, muß man wohl die Paludinenbank unter Berlin und Umgegend als die umfangreichste Lagerstatt ansehen, und, weil sie tiefer liegt als die übrigen, darf man wohl den Schluß ziehen, daß in der ersten Zeit des Abschmelzens die Eisgewölbe dauerhafter waren als später. Wenn nun, wie das Winterhuder Profil unzweifelhaft lehrt, die Eisgewölbe auch ohne besonderen Anlaß einstürzen konnten, so mußten die Untereisströme ihr Bett häufig verlegen, und Ansammlungen und Durchbrüche des Wassers werden ihre Stoßkraft gelegentlich völlig verwandelt haben, so daß man sich nicht wundern darf, wenn es Profile gibt, wo die mineralischen Absätze sehr schnell in der Korngröße wechseln.

Die Profile von Klinge und Körbiskrug lehren, daß die Untereisströme auch nach der Krustenbewegung die Einebnung wieder aufgenommen haben, und wenn daher an vielen Stellen der norddeutschen Ebene eine hügelige Landschaft auftritt, so konnten sie sich hier nicht entfalten. Auf eine besondere Ursache für diesen Ausfall habe ich in dem ersten Aufsatz hingewiesen.

Das Gefüge der diluvialen Schichten bildet trotz ihrer großen Mannigfaltigkeit ein zusammenhängendes Ganzes, und seine Entstehung muß daher auch auf eine einzige Ursache zurückgeführt werden, nämlich auf die Arbeit der Untereisströme in den Eisgewölben. Und sogar die Krustenbewegung, die gegen das Ende der Eiszeit einsetzte, hat die Untereisströme nicht wesentlich beeinflußt, weil nämlich die Sprunghöhe der Verwerfungen und die Aufwölbung der Schichten nicht tiefgreifend genug sind. Das geht z. B. klar aus der Stelle hervor, wo die Spuren der Krustenbewegung am deutlichsten in die Erscheinung treten, nämlich bei Freienwalde: Das Oderbruch ist ein Graben, aber der Höhenunterschied zwischen der Sohle des Niederoderbruchs und dem benachbarten höchsten Punkt der Barnimhöhe beträgt nur 150 m. Die Krustenbewegung hat indes für den beobachtenden Geologen den Vorteil, daß ihre Spuren an vielen Stellen den Lauf eines Untereisstromes besonders deutlich anzeigen, weil sie die Diskordanz und die wagerechte Flutebene erzeugt hat.

In dem von mir ausgewählten Abschnitt hängt die Richtung der Untereisströme, wenigstens in dem südlichen Randstreifen, zweifellos von dem gebirgigen Untergrund ab. In Thüringen z. B. sind deutliche Anzeichen dafür vorhanden, daß die Untereisströme auf dem festen Gesteinsuntergrund entlang geflossen sind, weil nämlich das Diluvium an sehr vielen Örtlichkeiten mit einer Schotterschicht beginnt, die nur einheimische Gesteinstrümmer enthält. Und die Heimat dieser verfrachteten Gesteinsbrocken an bestimmten Stellen ist der Thüringer Wald, wie die Porphyrite und Porphyre dieses Gebirges lehren, die auch in den Schottern leicht wieder zu erkennen sind. Das nordische Schutteis hat den Thüringer Wald selbst nicht erreicht, doch ist wohl anzunehmen, daß er von Heimeis bedeckt war, das beim Abschmelzen reines Wasser lieferte für die Verschiebung der losen Gesteinstrümmer. Diese sind dann in den Eisgewölben weit ins Vorland hinein verlagert worden.

Einzelberichte.

Blühendes Wasser.

Bei der Wasserblüte handelt es sich um Planktonalgen, die ein recht interessantes Problem bergen. Die Algen sind dadurch ausgezeichnet, daß sie spezifisch leichter sind als das Wasser. Sie steigen daher in völlig ruhigem Wasser empor und sammeln sich an der Oberfläche, während sie bei bewegtem Wasser in mehr oder weniger große Tiefen gelangen. Die große Mehrzahl dieser Algen gehört zu den blaugrünen Algen (Cyanophyceen), nur Botryococcos Braunii ist eine Grünalge (Chlorophycee). — Über die Ursache des Steigvermögens nun sprach in der letzten Sitzung des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg Prof. Dr. H. Klebahn von den Hamburger Botanischen Staatsinstituten. Nach seiner Untersuchung, über die er schon vor

28 Jahren am gleichen Ort Mitteilungen gemacht hat, ist die Ursache des Steigvermögens bei Botryococcos eine fettähnliche Beschaffenheit und Fettdurchtränkung der Zellwände, bei den wasserblütebildenden Cyanophyceen aber eine Durchsetzung des Protoplasmas der Zellen mit „Gasvakuolen". Molisch hat die Theorie der Gasvakuolen bestritten. Er behauptet, daß die fraglichen Gebilde aus einer „festweichen" nicht näher bekannten Substanz bestehen, aber sicher keine Luft enthalten. Der Vortragende hat sich neuerdings mit dem Gegenstande beschäftigt, um die Einwürfe Molischs zu widerlegen und sichere Beweise für die Richtigkeit seiner ursprünglichen Lehre zu bringen. Die Gasvakuolen erscheinen hell im auffallenden, dunkel im durchfallenden Lichte, wie winzige Luftbläschen in einem lichtbrechenden Medium. Sie werden, ähnlich wie Luftbläschen, von gewissen Flüssigkeiten absorbiert, ertragen aber in der trockenen Alge ein Erhitzen auf mehr als 200 Grad. Sie verschwinden momentan bei einem genügend starken auf die Algenmasse ausgeübten Druck (mindestens etwa 4 Atmosphären), und zwar, wie der Vortragende annimmt, durch Absorption im umgebenden Protoplasma. Dabei verliert die Alge gleichzeitig ihr Steigvermögen. Einen völlig sicheren Beweis für den Gasgehalt liefert die Erfahrung, daß bei dem Druckversuch, der mittels der Zentrifuge oder mittels einer Gasbombe ausgeführt werden kann, eine dauernde Volumenverminderung eintritt, welche der Algenmenge, die der aus Algen und Wasser bestehende Brei enthält, proportional ist. Danach läßt sich ermitteln, daß die Gasmenge ungefähr 0,7 % der Algenmasse ausmacht, was mit der aus dem spezifischen Gewicht der Alge berechneten Menge gut übereinstimmt. Der direkte Nachweis durch Freimachung des in den Algen enthaltenen Gases wurde nach verschiedenen Verfahren versucht. Er bereitet aber wegen der geringen Menge des Gases und wegen der Möglichkeit zahlreicher Versuchsfehler große Schwierigkeiten. Auf verschiedene Weise wurde festgestellt, daß das Gas weder Kohlensäure noch Sauerstoff noch brennbare Gase in merklichen Mengen enthält; es muß daher wesentlich aus Stickstoff bestehen, der sich allerdings, weil es kein bequemes Reagens auf Stickstoff gibt, nicht direkt nachweisen läßt. Verschiedene Umstände lassen darauf schließen, daß die Zellmembranen und die Vakuolenwände einen hohen Grad von Festigkeit haben. Dies erklärt die Unbeeinflußbarkeit der Gasvakuolen durch das Vakuum der Luftpumpe, eine Erscheinung, die Molisch als einen wesentlichen Beweisgrund gegen die Gasnatur geltend gemacht hatte. Petersen.

Die Vererbung des Hermaphroditismus bei Melandrium.

Die rote Lichtnelke (Melandrium rubrum) ist eine diözische Pflanze, bei der indeß dann und wann vereinzelte zwittrige Individuen beobachtet werden können. Es handelt sich hierbei allerdings nicht um reine Zwitter, vielmehr sind stets männliche Blüten neben den hermaphroditischen vorhanden, und diese beiden Blütentypen sind durch zahlreiche Zwischenstadien miteinander verknüpft, was dafür spricht, daß die Zwitter hier sekundär aus Männchen hervorgegangen sind. Mit den Erblichkeitsverhältnissen dieser Zwitter beschäftigt sich eine Arbeit von Günther und Paula Hertwig (Zeitschr. f. ind. Abstl. 28, 1922). Es wurden zunächst 5 Grundversuche angestellt, die zu folgendem Ergebnis führten:

1. ☿ × ☿ gibt in F_1 185 ♀ + 168 ♂.
2. ☿ × normales ♂ gibt 14 ♀ + 14 ♂ + 14 ☿.
3. normales ♀ × ☿ gibt 263 ♀ + 246 ♂ + 3 ☿.
4. ♀ aus F_1 von Versuch 1 × normales ♂ gibt 450 ♀ + 330 ♂ + 93 ☿.
5. ♀ aus F_1 von Versuch 1 × ☿ gibt 103 ♀ + 5 ♂ + 73 ☿.

Aus 4 und 5 ist zu ersehen, daß sich Weibchen, die von Zwittern stammen, ganz anders verhalten als normale Weibchen. Normale ♀ × normale ♂ geben bloß ♀ und ♂ in gleicher Anzahl (typisches Verhalten von Melandrium rubrum), während in Versuch 4 noch dieselbe Zahl Zwitter hinzutritt. Ferner geben normale ♀ × ☿ fast ausschließlich ♀ und ♂ und nur ganz vereinzelte ☿ (Versuch 3), während bei den von Zwittern stammenden ♀ das Verhältnis zwischen Männchen und Zwittern gerade vertauscht ist. Diese Befunde werden nun im Einklang mit den Goldschmidtschen Auffassungen über Geschlechtsvererbung in folgender Weise gedeutet: Sowohl Männchen als auch Weibchen haben beiderlei Geschlechtsfaktoren (M und F), aber, im männlichen Geschlecht, das nach Correns digametisch ist, d. h. zweierlei Sorten von Keimzellen produziert, — männchenbestimmende und weibchenbestimmende in gleicher Anzahl, — ist der weibliche Geschlechtsfaktor im heterozygotischen Zustande vorhanden. Die Konstitutionsformel für die ♀ lautet also FFMM, für die ♂ FfMM; FF ist stärker als MM, Ff dagegen schwächer als MM, daher resultieren im einen Fall Weibchen, im anderen Männchen. Für die Zwitter muß man nun annehmen, daß die weiblichen Faktoren (sowohl F, wie auch f) eine Valenzverstärkung erfahren haben, was durch einen angehängten Index ausgedrückt werden soll; wir erhalten also für die ♀ F_1F_1MM und für die ♂ F_1f_1MM. F_1F_1MM ist a fortiori ein ♀, F_1f_1MM nimmt dagegen infolge der Verschiebung des Gleichgewichts Zwittergestalt an. In dieser Weise lassen sich die 5 Grundversuche in qualitativer Hinsicht wenigstens in befriedigender Weise erklären. Dies sei hier im einzelnen durchgeführt.

Versuch 1. Gekreuzt werden F_1f_1MM × F_1f_1MM (Zwitter × Zwitter).

Eier: F_1M, f_1M. Pollen: F_1M, f_1M.

Nach Mendelscher Regel zu erwarten:

$1\,F_1F_1MM$ (♀) + $2\,F_1f_1MM$ (☿) + $1\,f_1f_1MM$ (♂).

Beobachtet: 187 ♀ + 168 ☿; die Zwitter sind also in zu geringer Anzahl aufgetreten, die zu erwartenden homozygotischen Männchen fehlen; das eine führen die Verff. darauf zurück, daß nach Correns die weibchenbestimmenden Pollenschläuche in der Konkurrenz überlegen sind, das andere beruht wohl darauf, daß die Kombination f_1f_1MM nicht lebensfähig ist, wofür die große Anzahl tauber Formen geltend gemacht wird.

Versuch 2. Gekreuzt $F_1f_1MM \times FfMM$ (☿ × norm. ♂).

Eier: F_1M_1, f_1M. Pollen: FM, fM.

Zu erwarten: $F_1FMM + F_1fMM + Ff_1MM + f_1fMM$, F_1FMM sind Weibchen, F_1fMM schwache Zwitter, Ff_1MM Männchen mit schwacher Tendenz zum Zwittertum, f_1fMM ist wiederum nicht lebensfähig; damit stimmt das Ergebnis sehr gut überein; es erscheinen ♀, ♂ und ♂ in gleicher Anzahl (je 14), die Zwitter zeigen ihrem Blütenbau nach starke Tendenz zur Männlichkeit.

Versuch 3. Gekreuzt $FFMM \times F_1f_1MM$ (normales ♀ × ☿).

Eier: FM. Pollen: F_1M, f_1M.

Zu erwarten: $FF_1MM + Ff_1MM$ (d. h. ♀ + ♂).

Beobachtet: 263 ♀ + 246 ♂ + 3 ☿; das vereinzelte Auftreten von 3 Zwittern ist so zu erklären, daß durch das Vorhandensein von f_1 im männlichen Bastard die Tendenz zum Zwittertum ein wenig gesteigert ist den normalen Männchen gegenüber.

Versuch 4. Gekreuzt $F_1F_1MM \times FfMM$ (♀ aus Zwitterzucht × ♂).

Eier: F_1M. Pollen: FM, fM.

Zu erwarten: F_1FMM (♀) + F_1fMM (☿).

Beobachtet: 450 ♀, 330 ♂ und 93 ☿; es treten also neben den zu erwartenden ♀ und ☿ auch ♂ in großer Anzahl auf; das Fehlen von f_1 im männlichen Bastard gegenüber den normalen Zwittern (F_1f_1MM) bedingt also eine Verschiebung nach der Männchenseite; genotypisch handelt es sich um Zwitter mit Unterdrückung der gemischt geschlechtigen Blüten. Das wäre experimentell noch zu erweisen.

Versuch 5. $F_1F_1MM \times F_1f_1MM$ (♀ aus Zwitterpunkt × ☿).

Eier: F_1M. Pollen: F_1M, f_1M.

Zu erwarten: $F_1F_1MM + F_1f_1MM$ (♀ und ☿).

Erhalten: 103 ♀ + 5 ♂ + 73 ☿, also auch hier Übereinstimmung, wenn man von dem sporadischen Auftreten von ♂ absieht. Die zahlreichen Unstimmigkeiten im Verhältnis von ♂ und ☿ erklären sich leicht, wenn man bedenkt, daß ♂ und ☿ durch kontinuierliche Übergänge miteinander verbunden sind. Sicher spielen auch äußere Faktoren (Ernährungsverhältnisse) bei der Verschiebung des Gleichgewichts mit. Durch die geschilderten Kreuzungen wird die genotypische Mannigfaltigkeit von Männchen, Weibchen und Zwittern noch vermehrt. Es treten 3 Genotypen von ♀ (FFMM, FF_1MM und F_1F_1MM), 2 Genotypen von ☿ (F_1f_1MM, F_1fMM) und 2 Genotypen von ♂ (FfMM und Ff_1MM) auf. Durch zahlreiche weitere Kreuzungen und Analyse der F_1-Generation konnte das Vorhandensein dieser Typen tatsächlich erwiesen werden. Diese Ergebnisse schließen sich in schöner Weise an die bekannten Versuche von Goldschmidt über die Intersexualität bei Schmetterlingen (Lymantria) an, durch die die Hypothese von quantitativen Valenzunterschieden im Verhältnis der Geschlechtsfaktoren in die Wissenschaft eingeführt wurde. Die Verff. weisen darauf hin, daß man in derselben Weise auch die grundlegenden Versuche von Correns über die Kreuzung von Bryonia alba ☿ × B. dioica ♂ oder ♀ erklären könnte, durch die zum erstenmal das heterozygotische Verhalten im Geschlechtsfaktor nachgewiesen wurde. Baur und Correns nehmen hier einen besonderen Faktor für Geschlechtstrennung an, eine Auffassung, die sich auf dem hier beschrittenen Wege umgehen läßt. Man braucht bloß anzunehmen, daß Bryonia alba homozygotisch ist in den Geschlechtsfaktoren (FFMM) und daß sich FF und MM das Gleichgewicht halten; alle Individuen sind demnach Zwitter. Bei B. dioica ist das ♂ heterozygotisch geworden (FfMM); F hat an Valenz gewonnen, f dagegen verloren und zwar derart, daß FF > MM, Ff < MM. Auf Grund dieser Annahme läßt sich auch die von Correns verzeichnete Tatsache erklären, daß bei der Kreuzung von B. alba und B. dioica neben den reinen Weibchen auch häufig solche mit einzelnen männlichen Blüten entstehen, eine Erscheinung, die nach der Correnssschen Auffassung eine besondere Hilfsannahme erfordert. Es handelt sich hierbei offenbar um die Bastardformen, die durch Faktorenkombination hinsichtlich ihrer Valenzverhältnisse gerade in der Mitte zwischen Monözie und Diözie stehen.

Stark.

Neue Atomgewichtsforschungen.

Nachdem durch die Methode der Kanalstrahlenanalyse für viele Elemente nachgewiesen wurde, daß sie Gemische von chemisch einheitlichen Atomen mit etwas verschiedenem Gewicht darstellen, sind genaue Atomgewichtsbestimmungen von großem Interesse geworden. F. W. Aston[1]) fand durch die Massenspektroskopie in Kanalstrahlen, daß das Element Bor aus einer Hauptkomponente mit dem Atomgewicht 11,0 und einem Begleiter vom A.G.[2]) 10,0 besteht. Aus der Linienintensität der beiden Boratome im Massenspektrum, berechnet Aston als praktisches A.G. des in der Natur vorkommenden Bors den Wert $10{,}75 \pm 0{,}07$. Dieser Wert stimmt aber nicht mit dem auf chemischem Weg ermittelten A.G. des Bors 11,0 überein, wie er bis vor kurzem von der internationalen Atomgewichts-

[1]) F. W. Aston, Isotopes. 152. S. Arnold u. Co., London 1922.

[2]) A.G. = Atomgewicht.

kommission anerkannt wurde. Auf Grund einer Untersuchung von van Haagen und Smith im Jahre 1917 mußte das A.G. des Bors auf 10,9 erniedrigt werden. Eine Nachprüfung dieser Konstanten war sehr erwünscht; sie erfolgte von O. Hönigschmid und L. Birkenbach[1]) durch Analyse des Bortrichlorids. Dieses war auf das sorgfältigste von A. Stock dargestellt worden, und es wurden durch Hönigschmid und Birkenbach 3 in Glaskugeln eingeschmolzene Präparate von BCl_3 analysiert. Es ergab sich im Mittel für das Atomgewicht des Bors der Wert 10,82, welcher gut mit dem von Aston nach der Kanalstrahlenanalyse berechneten Wert übereinstimmt. Gleichzeitig gelangten auch Gregory P. Baxter und Scott mit Hilfe der gleichen Methode wie Hönigschmid für das Mischelement Bor zu dem A.G. 10,83.

Quecksilber zeigt nach Aston bei der Kanalstrahlenanalyse Atome von der Masse 197—204. Brönsted und von Hevesy[2]) gelang eine teilweise Trennung der Quecksilberatome durch ideale Destillation. Das spezifische Gewicht der erhaltenen Quecksilberfraktionen ergab sich für den kondensierten Anteil zu 0,999824 und für den nachgebliebenen Anteil zu 1,000164, wenn die Dichte des unverdampften Quecksilbers als Einheit angenommen wird. Aus den spezifischen Gewichten dieser beiden Quecksilberfraktionen berechnet sich für ihre Atomgewichte ein Unterschied von 6 Einheiten der zweiten Dezimale. Brönsted und von Hevesy überließen ihre Quecksilberfraktionen zu Atomgewichtsbestimmungen an Hönigschmid[3]) und seine Mitarbeiter Birkenbach und Steinheil. Diese arbeiteten eine Analysenmethode aus, die es gestattete, das gesuchte A.G. mit hinreichender Schärfe zu fassen, um die erwarteten kleinen Differenzen mit Sicherheit nachweisen zu können. Durch Einwirkung von reinem Chlor oder Bromdampf auf reinstes Quecksilber im Quarzapparat wurden $HgCl_2$ und $HgBr_2$ dargestellt, sublimiert und geschmolzen. „Die beiden Hg-Salze wurden nach der Wägung in ammoniakalischer Lösung mit reinstem Hydrazin reduziert, die klare Lösung, die nunmehr nur Ammoniumchlorid bzw. -bromid enthielt, von dem zu einem einzigen Tropfen vereinigten Quecksilber quantitativ abgezogen und in der üblichen Weise analysiert." Es gelang, die Bestimmungsmethode so zu verfeinern, daß das ermittelte A.G. des normalen Quecksilbers Hg = 200,61 in 20 Bestimmungen eine mittlere Abweichung von nur ± 0,005 aufwies. Die leichtere Fraktion von v. Hevesy und Brönsted ergab als Mittel von 7 Bestimmungen das A.G. Hg = 200,57 ± 0,004 und die schwerere Fraktion zeigte als Mittel von 7 Bestimmungen das A.G. Hg = 200,63 ± 0,009. „Diese beiden Werte differieren um 6 Einheiten der zweiten Dezimale, wie sich aus den spez. Gewichten der beiden Isotopengemische berechnen läßt. Damit ist auch durch direkte Atomgewichtsbestimmungen nachgewiesen, daß den beiden genannten Forschern die angestrebte partielle Trennung der Quecksilberisotope gelungen ist."

Jod erwies sich nach Aston bei der Kanalstrahlenanalyse als ein Element mit gleichartigen Atomen. E. Kohlweiler[1]) wollte aber im Jahre 1920 nach 768 Diffusionen von Joddampf durch Tonmembrane eine Fraktion Jod von 4,32 g erhalten haben, die bei der Dampfdichtebestimmung nach der Methode von Dumas ein um 0,66 % tieferes Verbindungsgewicht aufwies wie normales Jod. Wegen der Ungenauigkeit der Methode von Dumas war aber das positive Ergebnis doch als sehr zweifelhaft anzusehen. Kohlweiler[2]) wiederholte daher seine Versuche über die fraktionierte Diffusion von Joddampf; er fing immer während einer halben Minute die zuerst ausdiffundierende Jodmenge von 3 mg auf, welche 131 Membrane durchwandert hatte. 1246 Fraktionen wurden gesammelt und zwar 475 der ersten Übergänge und 771 der Diffusionsreste. Das elementare Jod der Fraktionen wurde sodann in Jodion übergeführt und dann wurde das Verbindungsgewicht mit großer Sorgfalt durch Fällung mit $AgNO_3$ ermittelt. Das Mittel aus 17 Bestimmungen des Verbindungsgewichts von gewöhnlichem Jod betrug 126,93, wobei die größten Abweichungen vom Normalwert

126,92 + 0,073 % und — 0,079 %

ausmachten. „Das Mittel aus den 7 Bestimmungen mit den Anfangsfraktionen beträgt 126,07 und weicht vom internationalen Wert um — 0,85 = 0,67 % ab. Die 14 Bestimmungen mit den Endfraktionen nach 17 Minuten ergeben den Mittelwert 127,18 mit einer Abweichung von 0,26 = 0,21 %." Demnach müssen im gewöhnlichen Jod mindestens noch eine leichtere und eine schwerere Komponente vorhanden sein, da Versuchsfehler kaum vorliegen dürften.

Die Ergebnisse von Kohlweilers Diffusionsversuchen stehen mit den Astonschen Resultaten nicht völlig im Widerspruch, da die Grenze der Nachweisbarkeit beigemischter Komponenten mittels Kanalstrahlenanalyse nach Aston bei ungefähr 5 % liegt, während die Methode der fraktionierten Diffusion durch zahlreiche hintereinander stehende Membrane bei kurzer Ausströmungszeit noch wesentlich geringere Mengen beigemischter Komponenten nachzuweisen gestattet. Es wären jedoch noch genaueste Atomgewichtsbestimmungen von Kohlweilers Jodfraktionen durch Hönigschmid erwünscht.

Chlor vom A.G. 35,46 weist bei der Kanalstrahlenanalyse nach Aston 2 starke Linien bei

[1] Chem. Ztg. S. 884, Nr. 117, Bd. 46 (1922).
[2]) Zeitschr. f. phys. Chem. 1920. — Naturw. Wochenschr. XXI, S. 47 (1922).

[1]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 95, S. 95—195 (1920). — Naturw. Wochenschr. XXI, S. 47 (1922) und XIX, S. 706 (1920).
[2]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. CI, S. 218—234 (1922).

35 und 37 auf und außerdem 2 sehr schwache bei 39 und 40. Durch fraktionierte Diffusion wurden von Lorenz[1]) Chlorkomponenten mit abweichendem A.G. gewonnen und neuerdings haben Harkins und Hayes[2]) in Amerika bei ihren im großen Maßstab durchgeführten Versuchen 90 g Chlor vom A.G. 35,494, 9 g Chlor vom A.G. 35,498 und 5 g Chlor vom A.G. 35,515 gewonnen. E. Gleditsch und B. Samdahl[3]) bestimmten das A.G. von Chlor aus Apatit, einem Calciumchlorfluorphosphat. Dieses Mineral stammte aus primären Gesteinen und es ergab sich zweifellos, daß das Chlor im Apatit das gleiche A.G. wie gewöhnliches Chlor besitzt.

Atomgewichtsbestimmungen von hoher Genauigkeit sind also nötig, um bei Trennungsversuchen von Elementen nachzuweisen, ob wirklich das untersuchte Element ein Gemisch von chemisch völlig identischen, aber im Atomgewicht unterschiedenen Stoffen (= Isotopen) ist. Um aber die Stellung eines Grundstoffes im periodischen System der Elemente festzulegen und damit also sein gesamtes chemisches Verhalten zu kennzeichnen, ist das Atomgewicht eines Elementes nicht in allen Fällen ausreichend. Dagegen bestimmt die Ordnungszahl eines Elementes, welche die Größe der positiv-elektrischen Kernladung des Atoms angibt, völlig eindeutig die Stellung eines Grundstoffes im periodischen System. Nun kann man nach einer wichtigen Entdeckung von Moseley im Jahre 1913 in äußerst einfacher Weise aus den Linien im Röntgenspektrum eines Elementes seine Ordnungszahl berechnen. Es genügt also, die charakteristischen Hochfrequenzlinien eines Elementes im Röntgenspektrographen zu bestimmen, um sofort die Ordnungszahl und damit völlig unzweifelhaft die Stellung des untersuchten Elementes[4]) im periodischen System festzulegen.

Besonders bei den chemisch äußerst ähnlichen seltenen Erdmetallen, die analytisch sehr schwer völlig zu trennen sind, hat sich die Bestimmung der Ordnungszahl aus dem Röntgenspektrum für die richtige Einreihung des betreffenden Elements in das periodische System sehr wichtig erwiesen. Neuerdings hat Georges Urbain,[5]) der erfolgreiche Forscher auf dem Gebiet der seltenen Erden, die Erdmetalle des skandiumhaltigen Minerals Thortveitit, eines rhombischen Polysilikates der Ytteriterden, weitgehend getrennt. Es wurden reine Skandiumsalze dargestellt und aus den Ytterbiumfraktionen wurde nach Überwindung erheblicher Schwierigkeiten Neo-Ytterbium abgeschieden, das in den Atomgewichtstabellen als Ytterbium zu finden ist. Ferner wurde nach vielen Fraktionierungen das Erdmetall Lutetium[1]) gewonnen, welches im Jahre 1907 von Urbain und fast gleichzeitig von Auer von Welsbach entdeckt wurde; letzterer nannte das neue Element Cassiopeium, doch nahm die internationale Atomgewichtskommission den Namen Lutetium an.

Schließlich isolierte Urbain noch das bisher kaum bekannte seltene Erdmetall Keltium (Celtium = Ct), das er zuerst im Jahre 1911 beobachtet hatte. Wie Bunsen die neuen Alkalimetalle mit dem Spektroskop entdeckte und wie P. und S. Curie das Element Radium mit dem Elektroskop aufspürten, so beobachtete Urbain in seinen Fraktionen die fortschreitende Trennung der Elemente Neo-Ytterbium, Lutetium und Keltium an der zunehmenden Intensität ihrer Röntgenspektren. Ob bei dem von Urbain entdeckten Element Keltium die Reindarstellung soweit gelungen ist, daß völlig einwandfreie Atomgewichtsbestimmungen möglich wären, ist zweifelhaft. Doch erscheint dies auch nicht mehr so dringend nötig wie früher, wo das Keltium wegen fehlender genauer Atomgewichtsbestimmung als ein etwas zweifelhaftes Element galt. Jetzt ist jedoch das Keltium durch sein Röntgenspektrum von Urbain völlig eindeutig als das Element mit der Ordnungszahl 72 festgestellt worden; es steht im periodischen System der Elemente zwischen dem Lutetium (Cassiopeium) mit der Ordnungszahl 71 und dem Tantal mit der Ordnungszahl 73. Die weitgehende Trennung der 3 Elemente Neo-Ytterbium, Lutetium und Keltium ist Urbain nur durch die Verwendung ihrer Röntgenspektren möglich gewesen.

Jetzt ist nur noch ein einziges seltenes Erdelement aufzufinden, nämlich jenes mit der Ordnungszahl 61, das zwischen dem Neodym und Samarium steht. Vermutlich werden einmal die Röntgenlinien dieses unentdeckten Elements in irgendeiner Fraktion der seltenen Erden auftauchen und da die Wellenlängen des Elementes 61 bereits genau bekannt sind, wird seine Identifikation keine Schwierigkeiten bieten.

K. Kuhn.

[1]) Naturw. Wochenschr. XX, S. 566—567 (1921).
[2]) Nature. London 1922.
[3]) Compt. rend. 1922 nach Nature S. 456, Vol. 109 (1922).
[4]) Isotope haben das gleiche Röntgenspektrum und die gleiche Ordnungszahl.
[5]) Journ. Ind. Eng. Chem. S. 662 (1922) nach Chem. Ztg. S. 787, Nr. 104, Bd. 46 (1922).

Vorgeschichtliche Getreidefunde von der Steinsburg bei Römhild, Sachsen-Meiningen.

Vor einer Reihe von Jahren habe ich in dieser Zeitschrift einmal das zusammengestellt, was an Zerealienfunden vorgeschichtlicher Zeit aus den thüringisch-sächsischen Ländern bekannt war (N. F. 13, 1914, S. 294 ff. u. 463 ff.). Bei dieser Gelegenheit habe ich auch bereits zwei Funde von der Steinsburg bei Römhild, einer der imposantesten keltischen Befestigungen aus ganz Mittel- und Süddeutschland, in die Latènezeit (500 v. Chr. bis um Chr. Geb.) gehörig, behandelt. Zu diesen zwei Funden sind inzwischen in derselben Befestigung fünf neue hinzugekommen, und außer-

[1]) Nach Lutetia = Paris genannt.

dem hat sich durch eine Nachprüfung das Bild der ersten beiden Funde wesentlich verändert, so daß ich das Erscheinen einer Abhandlung von Karl Kade „Vorgeschichtliche Getreidefunde auf der Steinsburg" (Prähistorische Zeitschrift 13, 1921, S. 83—94) benutze, um auf diese Funde hier noch einmal einzugehen, teils um die alten Ausführungen in dieser Zeitschrift richtig zu stellen, teils um die neuen Funde und Forschungsergebnisse weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

I. Der erste dieser Funde ist derselbe, den ich bereits in dieser Zeitschrift 1914, S. 295 besprochen habe. Der Fund befindet sich heute mit der Sammlung Kümpel im Museum zu Hildburghausen. Bereits bei meiner ersten Beschäftigung mit dem Funde habe ich sofort das von Kümpel dem Funde zugeschriebene Alter — Bronzezeit — angezweifelt, und angenommen, daß der Fund wie die Hauptmasse der Funde von der Steinsburg in die Latènezeit, d. h. in die Zeit um 500 v. Chr. bis um Chr. Geb. gehöre. In demselben Sinne habe ich mich über den Fund dann noch einmal in meiner Abhandlung „Über Alter und Herkunft der Kultur des Speltes" (Korrespondenzblatt der deutschen Gesellsch. für Anthropologie 46, 1915, S. 26 ff.) geäußert. In beiden Fällen habe ich jedoch die botanische Bestimmung der Zerealien als zu recht bestehend angenommen. Inzwischen ist über diesen Fund nun eine ausführliche Äußerung von Prof. Götze, dem langjährigen Erforscher der Steinsburg, erschienen (Präh. Zeitschr. a. a. O. S. 71), die sich eingehend mit der archäologischen Seite des Fundes auseinandersetzt, und dann der Aufsatz von Kade, der sich mehr mit der botanischen Seite des Fundes beschäftigt. Beide kommen, um das zunächst vorwegzunehmen, zu dem Ergebnis, daß die von mir angenommene Datierung die einzig richtige ist, und geben im übrigen eine geradezu vernichtende Kritik der gesamten Kümpelschen Arbeit. So stellen sie zunächst einmal die Fundangaben klar, die sich bei Kümpel in nicht weniger als vier verschiedenen Varianten fanden. Nach den Feststellungen von Götze und Kade handelt es sich um eine Kohlenschicht im Zeilfelder Bruch, zwischen dem ersten und zweiten Walle, in der nach Aussage der Arbeiter von einer baulichen Anlage nichts zu erkennen gewesen ist. Die weitgehenden Folgerungen, die Kümpel an die Fundstelle anknüpft, fallen damit von selbst zusammen. Weiterhin zeigt uns dann Kade, wie selbst die Fundbestimmungen Kümpels als solche z. T. völlig falsch sind, und wie Kümpel gerade die interessantesten Zerealienfunde bei seinen Aufsammlungen gar nicht erkannt hat. Es ist Kade nämlich gelungen, an der Fundstelle noch Originalfunde in situ zu entdecken, die er dann mit einer eigens zu diesem Zweck ausgedachten Methode untersucht hat. Nach diesen Untersuchungen von Kade waren in dem Funde enthaltend: 1. Ackersenf (Sinapis arvensis). 2. Daneben fanden sich noch kleinere Fruchtkörnchen, die bislang noch nicht bestimmt werden konnten. Melde, wie Kade zunächst vermutet hatte, ist es nicht. 3. Das, was Braungart und Kümpel als Mohn (Papaver somniferum var. antiq.) bestimmt hatte, erwies sich als Hirse (Panicum miliaceum). Von Mohn dagegen fand sich sowohl in dem von Kümpel wie auch in dem von Kade gesammelten Funde keine Spur. 4. Pferdebohne (Faba vulgaris). 5. Linse (Ervum Lens). 6. Labkrautfrüchte (Galium), ebenso wie 7. Roggentrespe (Bromus secalinus) ein Ackerunkraut. 8. Erbse (Pisum sativum L.). 9. Einkorn (Triticum monococcum). 10. Zwergweizen (Triticum compactum). 11. Emmer (Triticum dicoccum). 12. Eine Gerstenart (Hordeum), die sich nicht näher bestimmen läßt. 13. Ob sich in dem Funde Spelt (Triticum spelta L.) befindet, bleibt zweifelhaft, da sowohl Kade wie auch andere Gelehrte, die sich mit dem Funde beschäftigt haben, irgendwelche Speltkörner nicht auffinden konnten. 14. Dazu kommt dann endlich auch noch ein Apfelkern, den bereits Braungart und Kümpel erkannt hatten. Durch diese Feststellungen hat der Fund nunmehr ein ganz anderes Aussehen gewonnen!

II. Neben diesem „großen" Getreidefunde wurden auf der Steinsburg noch mehrere andere gehoben, davon einer wiederum von Kümpel (vgl. diese Zeitschr. 1914, S. 464). Dieser zweite Fund befindet sich heute gleichfalls in Hildburghausen. In dem handschriftlichen Katalog Kümpels finden sich über ihn die Angaben: Wohngrube oberhalb des Zeilfelder Bruches. Von den mitgefundenen Scherben ist ein Stück mittelalterlich, entweder ein Oberflächenfund, oder irgendwie durch Unachtsamkeit zu den übrigen hinzugekommen. Die gleichfalls mitgefundenen Tonwirtel sind latènezeitlich. Der Fund selbst ist leider noch immer nicht wissenschaftlich untersucht. Immerhin vermochte Kade durch eine oberflächliche Untersuchung Hirse, Gerste und mindestens drei Weizensorten festzustellen. Bohnen, Erbsen und Linsen fehlen vollständig. —

Die übrigen vier Funde wurden bei den von Prof. Götze geleiteten Ausgrabungen oder wenigstens im Zusammenhange damit aufgefunden; sie werden heute in Römhild bei den Ergebnissen der Ausgrabungen von Prof. Götze aufbewahrt.

III. Fund, entdeckt an der Strecke 21/24 in der kohlehaltigen Erdmasse einer Wohnstätte, ergab an Zerealien: Pferdebohne (Faba vulgaris), Linse (Ervum Lens), Zwergweizen (Triticum compactum), Einkorn (Triticum monococcum), Emmer (Triticum dicoccum), eine Gerstenart (Hordeum), ebenso Ackersenf (Sinapis arvensis) und die kleinen kugeligen Körner der noch unbestimmten Art. Diese Wohnanlage ist durch die darin gefundenen kleinen Hausgeräte und Werkzeuge aus Eisen, durch Tonwirtel und zahlreiche Scherben einwandfrei als latènezeitlich bestimmt.

IV. Ein weiterer Fund wurde von Kade selbst am oberen, steil abfallenden Rande des alten

staatlichen Steinbruchs entdeckt. Auch hier war eine Wohnstätte angeschnitten worden. In der darüberlagernden kohlehaltigen dunklen Erde lagen Getreidekörner, von denen aber der schweren Zugänglichkeit der Stelle wegen nur wenige geborgen werden konnten. Sie ließen sich als Weizen, wohl Triticum dicoccum, und als Linse (Ervum Lens) bestimmen. Daneben wurde aber auch noch die Linsenwicke (Ervum Ervilia L.) festgestellt.

V. Ein fünfter Fund wurde bei der Erweiterung des Ulmenweges 1919 gemacht. Man stieß hierbei auf Siedlungsanlagen, die von Prof. Götze untersucht und als spätlatènezeitlich erwiesen wurden. Dabei fanden sich auch die Reste eines durch Feuer zerstörten Getreidespeichers. In diesem wurden zahlreiche verkohlte Getreidekörner entdeckt. Nach Kades Bestimmung gehört die große Mehrzahl der Körner dem Emmer (Triticum dicoccum) an, daneben war auch Zwergweizen (Triticum compactum) ziemlich reich vertreten, und weniger zahlreich Einkorn (Triticum monococcum). Zahlreicher war auch noch eine Gerstenart (Hordeum) vertreten. In einigen Früchten auch Erbse (Pisum sativum), Ackersenf (Sinapis arvensis) und die kleinen noch nicht bestimmten Kügelchen. An Ackerunkräutern fanden sich daneben (Bromus secalinus), Roggentrespe und eine andere, noch nicht näher bestimmte Bromusart.

VI. Ein sechster Fund wurde auf Strecke 24/25 entdeckt. Er ergab Zwergweizen (Triticum compactum), eine Gerstenart (Hordeum), Linse (Ervum Lens) und Erbse (Pisum sativum). Die Fundstelle ist bislang noch nicht näher untersucht.

VII. Ein siebenter Fund, in einer Wohnstätte auf Strecke 21/24, ergab Emmer (Triticum dicoccum), Zwergweizen (Triticum compactum), Linse (Ervum Lens), Pferdebohne (Faba vulgaris), eine Gerstenart (Hordeum) und die Roggentrespe (Bromus secalinus). —

Die sieben Funde geben im großen und ganzen ein vollkommen einheitliches Bild, wie ein Blick auf die obenstehende Tabelle zeigen mag, wenn man dabei berücksichtigt, daß sich die Lücken in den Funden IV—VII nach erfolgter Ausgrabung wohl noch schließen werden.

Von allgemeinerem Interesse ist in den Funden zunächst einmal der Nachweis von Senf, der bisher zwar in drei vorgeschichtlichen Zerealienfunden aus Mittel- und Nordeuropa vermutet, in keinem Falle jedoch als sicher erwiesen war. Der vorliegende Fund bietet für ihn den ersten sicheren Nachweis, der natürlich von ganz besonderer Wichtigkeit ist. Ebenso interessant ist der Nachweis der Linsenwicke, die Wittmack in prähistorischen Funden von Bos-öjük in Phrygien und in Troja festgestellt hatte, die aber sonst in vorgeschichtlichen Funden aus Europa völlig fehlte. Das Vorkommen dieser Pflanze in der latènezeitlichen Fundschicht der Steinsburg muß also geradezu überraschen. Weiterhin verdient dann auch noch der Nachweis von Hirse Beachtung. Dieselbe Art kommt zwar in dem thüringischen Gebiet bereits steinzeitlich vor, war jedoch eisenzeitlich noch nicht festgestellt. Und zuguterletzt mag dann noch auf das Vorkommen der Ackerunkräuter hingewiesen werden, über die bisher nur sehr wenig Beobachtungen vorliegen. Kade vermutet, daß man bereits damals eine Reinigung des Getreides vorgenommen habe, denn nur ganz vereinzelt fand sich ein Same von den Ackerunkräutern. Auf welche Weise jedoch diese Reinigung vorgenommen wurde, entzieht sich freilich noch unserer Kenntnis. Über die anderen in dem Funde enthaltenen Zerealien habe ich bereits das Nötige in dieser Zeitschrift 1914, S. 295 ff. gesagt.

Fund	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Emmer (Triticum dicoccum)	+	+	+	+	+		+
Zwergweizen (Triticum compactum)	+	+	+		+	+	+
Einkorn (Triticum monococcum)	+	+	+		+		
Spelt (Triticum spelta)	?						
Gerstenart (Hordeum spec.)	+	+	+		+	+	+
Linse (Ervum Lens)	+	○	+	+	○	+	+
Linsenwicke (Ervum Ervilia L.)				+			
Erbse (Pisum sativum)	+	?	?		+	+	
Pferdebohne (Faba vulgaris)	+	?	+		○		+
Ackersenf (Sinapis arvensis)	+		+		+		
Hirse (Panicum miliaceum)	+	+	?		○		
Kleine Früchtchen (noch unbestimmt)	+		+		+		
Roggentrespe (Bromus secalinus)	+				+		+
Apfelkerne	+						

\+ bedeutet vorhanden, ○ nicht vorhanden, freies Feld: es besteht die Möglichkeit, daß eingehende Untersuchung das Vorkommen ergibt.

Insgesamt bieten also die Steinsburgfunde auch für den Botaniker eine wahre Fülle von Belehrungen — und gerade darum müssen wir den beiden Forschern Götze und Kade für ihre Beobachtungen besonders danken, vor allem auch Kade dafür, daß er diese Funde so sorgfältig studiert und der Wissenschaft durch seine Abhandlung zugänglich gemacht hat.

Wernigerode a. H. Hugo Mötefindt.

Bücherbesprechungen.

Weckmann, Ornithologisch-photographische Naturstudien. Velhagen und Klasing 1922. Geb. 22 M.

Trotzdem wir in Deutschland eine ganze Anzahl vorzüglicher Werke haben, in denen photographische Naturstudien der Nachwelt überliefert

werden, bedeutet dieses Buch eine Bereicherung der Bücherei jedes Naturfreundes. Jeder, der da weiß, wie außerordentlich schwer es ist, gute Aufnahmen von freilebenden Tieren zu machen, wird die technische Fertigkeit des Verf. anerkennen. Das Buch ist mit 78 Abbildungen nach Originalaufnahmen versehen. Unter ihnen finden sich Meisterstücke wie „Junge Austernfischer im Dunenkleid". Die Landschaftsaufnahmen zeugen für das künstlerische Auffassungsvermögen des Autors. Die Schreibweise ist klar und frisch. Auch der Fachzoologe findet in den Schilderungen und Berichten der freilebenden Tierwelt mancherlei Anregung. Aus jeder Zeile spricht ein warmes Naturgefühl, das sich auf den Leser überträgt. Das Buch ist echt deutsch. Wir empfehlen es allen Naturfreunden auf das wärmste. Die vorliegende Ausgabe auf Kunstdruckpapier kann auch, bei dem Tiefstand der heutigen Bücherherstellung, als vorzüglich bezeichnet werden. Es ist erstaunlich, wie der Verlag zu so billigem Preis derartiges überhaupt bieten kann.

H. v. Lengerken.

Haecker, Valentin, Über umkehrbare Prozesse in der organischen Welt. In: Schaxels Abhandlungen zur theoretischen Biologie, Heft 15. 39 Seiten. 1922.

Von umkehrbaren Prozessen in der Onto- und Phylogenese, führt Haecker aus, dürfe gesprochen werden, wenn lebendes Material vom differenzierten Zustand auf irgendwelche Weise auf den Ausgangspunkt und von ihm wieder auf jenen differenzierten Zustand gelangen kann. Nur selten jedoch werde man in der Biologie Entdifferenzierung im Sinne eines Durchlaufens der einzelnen Differenzierungsphasen in umgekehrter Richtung erwarten können. Reversion und Redifferenzierung in jenem verallgemeinerten Sinn kommt anscheinend z. B. bei manchen Protozoen während der Vermehrung vor, bei nicht wenigen Restitutionsvorgängen von Metazoen, bei Pigmentepithelzellen im Tritonauge, die nach Pigmentausstoßung Retina regenerieren können, bei der Adventivsprossenbildung von Begonia, während die Restitution des Kiemendarmes von Clavelina oder die Adventivsprossenbildung bei abgeschnittenen Cardamine-Blätter eher eine „Iteration" oder Neubildung von embryonalen Zellen aus zu sein scheint. Das Wesen mancher derartigen Erscheinung, wie der Geschwulstbildung, ist in dieser Hinsicht immer noch umstritten. Auf phylogenetischem Gebiete sprächen Dollos Beispiele der Nichtwiederkehr geschwundener Organe oder Organanpassungen und die Seltenheit echter Rückschläge gegen die Möglichkeit einer Entspezialisierung und Restitution des Keimplasmas. Eiszeitrelikte haben sich denn auch nicht wieder an die Ebene anpassen können. Die Zickzackevolution des Planorbis multiformis dagegen, welche allerdings wohl innerhalb nicht-erblicher Modifikationen verlief, ähnlich die Wiederkehr des Olmauges bei Licht, die Veränderung des Hinterleibes enthäuster Paguriden in Richtung auf verwandte freilebende Formen, vereinzelte wirkliche Spontanatavismen und anderes mehr verlangen die Ergründung eines die Widersprüche vereinigenden Prinzips: reversible Vorgänge sind nach Verf. die einfachen, bei der Vererbung meist nicht spaltenden, wie auch Farbenrückschläge der Pflanzen oder wahrscheinlich mutierende Farben- und Zeichnungsmuster bei Wirbeltieren, oder doch die einfach-verursachten, zu denen auch der Habsburger Prognathismus inferior gehört, der sich in einigen weiblichen Seitenzweigen abschwächte. Dagegen erscheinen komplex verursachte Bildungen reversibel; sie sind übrigens zugleich artlich oder auf Familien begrenzt, oft adaptativ und mendelnd oder von komplizierter Vererbungsweise. Bezüglich der Annahme von Rassenhygienikern, daß pathologische Anlagen des Keimplasmas irreversibel und somit nicht abschwächbar seien, meint Haecker, sie dürfte Einschränkungen gestatten.

V. Franz, Jena.

Berichte der staatlichen Höhlenkommission. Vierteljahreshefte für theoretische und praktische Höhlenkunde. Herausgegeben von der staatlichen Höhlenkommission. Redigiert von Rudolf Willner und Georg Kyrle. Jahrg. 1 1920, Jahrg. 2 1921. Wien, Selbstverlag der Kommission.

Bereits früher habe ich in dieser Zeitschrift einmal darauf hingewiesen, wie die Höhlenforschung in dem Bereich der Länder der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie durch die Kriegsereignisse und dann weiterhin durch die Nachwirkungen des Krieges neue Anregungen gefunden hat (vgl. diese Zeitschr. 19, 1920, S. 526). Infolge der außerordentlich großen Not an Kunstdüngemitteln hat inzwischen Deutschösterreich ein Gesetz entlassen, das dem Staate die Gewinnung phosphorsäurehaltiger Stoffe vorbehält und Enteignungen vorsieht und eine Höhlendünger Bau- und Betriebsgesellschaft staatlich konzessioniert, die den Ausbau einer Reihe von Höhlen übernahm und bereits ganz erhebliche Erfolge erzielte. Der Staat konnte sich jedoch nicht der Einsicht verschließen, daß bei diesem Höhlenabbau neben der volkswirtschaftlichen Seite auch wichtige wissenschaftliche Interessen auf dem Spiele stehen, da die Höhlen im allgemeinen und die Höhlenabfallprodukte im besonderen wahre Archive der Erd- und Urgeschichte darstellen. So wurde denn auch sofort für die Wahrung dieser wissenschaftlichen Interessen im weitgehendsten Maße gesorgt und zu diesem Zwecke eine staatliche Höhlenkommission gebildet, die als beratendes Organ dem Fachministerium zur Seite steht und mit diesem in Fragen des Höhlenabbaues ständig Hand in Hand arbeitet. Diese Höhlenkommission hat sich nun in den vor-

liegenden Berichten ein besonderes Publikationsorgan geschaffen, das in erster Linie über die Arbeiten der Kommission berichten, daneben aber auch höhlenkundliche Studien in jeder Beziehung fördern will. Aus dem Inhalt der nunmehr bereits im 2. Jahrgang vorliegenden Zeitschrift notieren wir hier zunächst einmal die allgemeinen Ausführungen über die Höhlenkommission und ihre Tätigkeit von Kyrle, einen Bericht über die erste Vollversammlung der Höhlenkommission in Wien und dann die Organisationsgrundsätze für die staatliche Höhlenforschung sowie den Abdruck des Gesetzes betr. der Gewinnung phosphorsäurehaltiger Stoffe. Im Vordergrunde der Zeitschrift steht vorderhand natürlich die Höhlendüngerfrage. Wichtige Beiträge zu ihrem Studium bieten ein Bericht von R. Willner über die Gewinnung von Höhlendünger in Österreich und von O. Reitmair über die Ergebnisse von Höhlendüngerversuchen, und im engsten Zusammenhange damit stehen dann auch weiterhin die Ausführungen von R. Willner über Höhleneigentum und über Höhlenrecht. In zweiter Linie werden Berichte über die Begehungen und Erschließungen von Höhlen gesammelt und auch über die Arbeiten der Kommission selbst referiert. Als besonders wertvoll in dieser Beziehung notieren wir die Angaben über die Drachenhöhle bei Mixnitz in Steiermark, über ihre Erforschung und die aus ihr geförderten Phosphatmengen. Zu guter Letzt kommen aber auch allgemeine Fragen bereits zur Geltung; so ist z. B. eine Anleitung zur Aufnahme von Grundrißplänen, Längen- und Querprofilen in Höhlen von H. Reisner als besonders beachtenswert zu nennen, weiterhin Vorschläge für den Ausbau und die Erschließung von Eishöhlen von R. Saar und schließlich auch eine gehaltvolle Anleitung zum Sammeln von Tieren und Pflanzen in Höhlen von O. Wettstein, wie auch ein Bericht über die paläontologischen Ergebnisse der Ausgrabungen in der Drachenhöhle zu Mixnitz von O. Abel und ein vorläufiger Bericht über die Höhlenbärenschädel aus derselben Höhle von O. Antonius.

Wernigerode a. H. Hugo Mötefindt.

Hermann Albert Prietze, Natur und Volkstum. Eine Anregung zur Erforschung der gesetzmäßigen Zusammenhänge innerhalb der menschlichen Gestalt und innerhalb der menschlichen Gemeinschaften. 93 S. Hannover-Linden 1920, Gebr. Hartmann.

Die in dieser Zeitschrift bereits nach einem Manuskriptdrucke N. F. 19, 1920, S. 95 ausführlich angezeigte Schrift ist in etwas veränderter Form inzwischen im Buchhandel erschienen, worauf wir auch an dieser Stelle gern noch einmal hinweisen wollen. Hugo Mötefindt.

Anregungen und Antworten.

Nachtrag zu meinen „Bemerkungen über Standorte und Verbreitung der deutschen Farnkräuter" in Heft 25, 1922, S. 337—340.

Mein alter Freund F. Wirtgen macht mich bezügl. Nr. 31, *Asplenum fontanum* (S. 343 r. u.), darauf aufmerksam, daß ich eine Standortsangabe in Ascherson-Graebner, Synopsis, 2. Aufl., 1. Bd., S. 620, Nachträge, übersehen habe: ein reicher Bestand ist an einer Mauer in Kappel unweit Marburg gefunden, nach der a. a. O. beifolgenden Notiz aber auch bald größtenteils, wenn nicht völlig ausgerottet worden. Das seltene Pflänzchen ist jedenfalls durch eine einzige verwehte Spore dorthin gelangt, und hat wohl eine Reihe von Jahren ungestört und unter besonders günstigen Umständen dort wachsen und sich vermehren können.

Zu einer Bemerkung unter Nr. 40, S. 345 r. o., erinnert W. daran, daß Aconitum napellus in der Eifel doch nicht nur auf Kalk bzw. Dolomit, sondern abgeschwemmt auch auf Grauwacke vorkommt. Die Notiz, daß A. n. nicht auf den Devonschiefer übergehe, stammt aus der Flora der Rheinprovinz von W. dem Älteren; damals waren jene Fälle wohl noch nicht bekannt. Die Bestätigung, daß A. n. doch auch auf anderen Formationen bzw. Gesteins- oder Bodenarten sich ansiedele (in der Eifel!), finde ich bei Rosbach, Flora des Reg.-Bez. Trier, der aber doch die Bevorzugung der Kalkunterlage hervorhebt. Es dürfte also (vgl. meine Ausführungen a. a. O. S. 338 und 344—345) doch wohl richtig sein, daß das Aconitum napellus der Eifel eine kalkholde, freilich nicht kalkstete, morphologisch aber nicht unterscheidbare Form darstellt; und darauf kam es mir an. Mit der Überpflanzung von Stöcken unserer Art von kalkarmem Urgestein auf den Eifelkalk dürfte man voraussichtlich wenig Glück haben. Es wäre vielleicht von Interesse, jene Ansiedlungen des Eifel-Sturmhutes auf kalkarmem Gestein noch nach mehreren Richtungen hin näher zu untersuchen: 1. ob der Ort der Ansiedlung nicht doch auch merkliche Mengen von Kalk enthält, 2. ob die Ansiedlung vielleicht durch geringeren Wettbewerb, auf noch wenig bewachsenem Schwemmland (?) begünstigt wird, usw. Denn, wie ich schon a. a. O. ausführte, ist der Wettbewerb ein ungemein wichtiges Moment in der Besiedlung eines jeden Standortes.

Zu der Frage der Kalk- und Kieselpflanzen möchte ich noch folgenden kleinen Beitrag beisteuern: Ich fand i. J. 1914 einen hübschen Bestand von Potentilla rupestris zwischen den Bahnstationen Strelau und Slesin, westlich Bromberg. Die Eisenbahn fährt dort dicht unterhalb des Hanges hin, mit dem sich die nördliche höher gelegene Fläche gegen die Netze-Niederung absenkt. Dieser Hang ist größtenteils mit Mischwald bedeckt und enthält einige Pflanzenarten, die immerhin nicht zu den häufigen gehören. Von dort hatte ich einen Stock der Potentilla in meinen Schrebergarten zu Bromberg gepflanzt und dort davon Samen geerntet. Von diesen Samen säte ich im Frühjahr 1922 aus und erhielt eine Anzahl Pflänzchen, die ich zu zweit in etliche Blumentöpfe überpflanzte, deren einen ich mit kalkhaltiger Erde füllte. Während nun die anderen Pflanzen alle im Juni zur Blüte kamen und reichlich geblüht haben, sind die beiden im Kalkboden gewachsenen kleiner geblieben, zeigen gelblichgrünes Laub, und verrieten keine Blühwilligkeit, welch letztere Erscheinung zweifellos mit der geringeren Ausbildung des Blattgrüns zusammenhängt. Da bekanntermaßen Kalk die Aufnahme der Eisen- und der Phosphorverbindungen beeinträchtigt, begoß ich diesen Topf einigemale mit einer schwachen Eisenlösung, gab auch zweimal je 1 g primär-phosphorsaures Kali, KH_2PO_4, in je 50 g Wasser gelöst, darauf. Nun weiß ich natürlich nicht, wie die Pflanzen sich ohne das verhalten haben würden. Jedenfalls hat die kräftigere der beiden erst in den letzten Tagen des August eine Blütenknospe, eine einzige, gezeigt, die sich am 10. September zur Blüte öffnete; um Mitte September wurden noch zwei winzige Knospen

sichtbar. Die genannte Art ist also jedenfalls dem kalkhaltigen Boden nicht angepaßt. Hoffentlich gelingt es, sie weiter zu halten, vielleicht wird sie sich an den Kalk gewöhnen, vielleicht auch nicht. Wenn die Art in der Natur auch auf Kalk vorkommen sollte, so hätten wir dort eben auch eine besondere, kalkholde Rasse. Beiläufig noch eins: vor Jahren sah ich P. rupestris auf Schieferfelsen nahe dem Moseltal, dort waren die Blüten ganz wesentlich größer als bei den Bromberger Pflanzen — es scheint sich auch hier um erbliche Rassenmerkmale zu handeln. Hugo Fischer.

Einige Bemerkungen zum Michelsonversuch. Wie P. Lenard in der neuen Ausgabe seiner Abhandlung „Über Äther und Uräther" (1922, 2. Aufl.) mitteilt, befindet sich in Heidelberg die Ausführung des von ihm vorgeschlagenen Michelsonversuches mit Fixsternlicht in Vorbereitung. Das Experiment dürfte, nachdem ja die Relativitätstheorie die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf das mit ihr in Zusammenhang gebrachte Gebiet physikalischer Tatsachen und Experimente hingelenkt hat, allgemein großes Interesse erregen. Sein nach Lenard, wie auch nach der in dieser Zeitschrift Nr. 2, 1922, vorgetragenen Hypothese zu erwartender positiver Ausfall würde mit einem Schlage die experimentelle, also endgültige Widerlegung sowohl der Einsteinschen Relativitätslehre, wie auch der Lorentzschen Kontraktionshypothese und ebenso der Stokesschen Aberrationstheorie bringen, welche alle negativen Ausfall erwarten lassen, und er würde zugleich zeigen, daß die von Huygens, Young und Fresnel begründete und bis auf die neueste Zeit so glänzend bewährte Undulationstheorie des Lichts unter gewissen Umständen (wie in dem vorliegenden Fall der Bewegungen des Äthers) nicht mehr in strengem Sinne Gültigkeit hat und entsprechend abgeändert werden muß. Dem Experiment käme also bei positivem Ausfall eine große theoretische Bedeutung zu. Es würde, kurz gesagt, beweisen, daß das von einer irdischen und einer außerirdischen Lichtquelle aus der gleichen Richtung kommende Licht den irdischen Beobachter mit verschiedener Geschwindigkeit erreicht, was natürlich nach der reinen Wellentheorie nicht erklärt werden kann.

P. Lenard erwartet, nach seiner Darstellung in Starks Jahrb. Bd. 17, Heft 4 und in Astron. Nachr. Bd. 213, Nr. 5107 zu schließen, einen positiven Ausfall nur mit Fixstern- (evtl. auch Planeten-)Licht, wenn es in der Richtung der Erdbewegung verläuft. Es läßt sich jedoch, wie mir scheint, leicht zeigen, daß auch nach seiner Annahme vom Äther und Uräther, ebenso wie nach der früher hier vorgebrachten auf der Trägheit der Lichtwellen sich aufbauenden Hypothese vor allem mit Licht, das senkrecht zur Richtung der Erdbewegung einfällt, also mit dem Lichte eines jeden Himmelskörpers, sofern es die Aberration aufweist, ein positiver Ausfall zu erwarten steht (verglichen mit dem Lichte einer in gleicher Richtung befindlichen irdischen Lichtquelle, welches negativen Ausfall zeigt).[1]) Denn da der Uräther bei Lenard, soweit die Erklärung der Aberration in Betracht kommt, die Rolle des absolut ruhenden Äthers von Lorentz übernimmt und in dem senkrecht zur Richtung der Erdbewegung stehenden Schenkel des Apparats alles so ablaufen soll, wie es die frühere Auffassung nach Lorentz erwartete, so ergibt sich, wie aus der bekannten Berechnung des Michelsonversuchs hervorgeht, auf alle Fälle eine Zeitdifferenz des außerirdischen gegenüber dem irdischen Licht in diesem Schenkel und deshalb eine Streifenverschiebung, gleichgültig, ob das außerirdische Licht im anderen parallel zur Richtung der Erdbewegung stehenden Schenkel des Apparats die Geschwindigkeit c relativ zum Erdäther oder zum Uräther hat. Die Rechnung zeigt, daß auch in ersterem Falle die Streifenverschiebung gegenüber irdischem Licht von gleichem Betrag ist, wie er ursprünglich bei Anstellung des Versuchs mit irdischem Lichte allein erwartet wurde, nämlich dem Gangunterschiede $l\frac{v^2}{c^2}$ entsprechen muß (v = Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn). Nimmt man jedoch keine seitliche Mitführung des Lichts durch bewegten Äther an, wie dies P. Lenard tut, wenn er sagt: „senkrecht zur Emissionsrichtung stehende Geschwindigkeitskomponenten der Lichtquanten, herrührend von ebenso gerichteter Geschwindigkeitskomponente der Lichtquelle, nehmen wir als dauernd unverändert weiter bestehend an",[1]) so würde sich im Falle des senkrecht zur Erdbewegung einfallenden Lichts eine Streifenverschiebung ergeben, welche der transversalen Komponente der Relativbewegung Erde — Himmelskörper entspricht und zur Messung (oder Schätzung) derselben dienen könnte (v ist also dann gleich dieser Komponente). Ein negativer Ausfall auch mit senkrecht zur Erdbewegung einfallendem Licht wäre dagegen, wie uns scheint, nicht ohne weiteres vereinbar mit der Theorie P. Lenards, die Erklärung der Aberration auf die angegebene Weise erfordert auf jeden Fall ein positives Ergebnis. Dagegen wäre ein negativer Ausfall wohl möglich mit parallel zur Richtung der Erdbewegung einfallendem außerirdischen Licht, was für seine sofortige Mitführung durch den Erdäther in seiner Fortpflanzungsrichtung (d. h. fehlende longitudinale Masse nach unserer Auffassung) sprechen würde. Ob eine solche anzunehmen ist, würde also der Versuch durch positiven oder negativen Ausfall entscheiden. Um ein negatives Ergebnis des Versuchs auch bei senkrecht einfallendem außerirdischen Licht im Zusammenhang mit allen übrigen Erscheinungen zu erklären, kann man annehmen, daß entsprechend der Emissionsvorstellung im Falle des bewegten Spiegels nicht nur der Reflexionswinkel gleich dem Einfallswinkel, sondern auch die Geschwindigkeit des reflektierten Lichts gleich der Geschwindigkeit des einfallenden gesetzt wird, beides relativ zum System des Spiegels verstanden (wie ich dies in einem demnächst in den Astr. Nachr. erscheinenden Aufsatz näher ausgeführt habe).[2]) Die Frage, ob der Michelsonversuch auch mit Sonnen-, Mond- und Planetenlicht positiv ausfallen müßte, ist schwierig zu beantworten, da man über die besondere Art der Bewegungen des Äthers im Sonnensystem, und ebenso über Art und Betrag der Mitführung des Lichts durch bewegten Äther bisher nichts Bestimmtes weiß. Ein positiver Ausfall des Experiments würde wohl dazu verhelfen, darüber einiges Genauere zu ermitteln. Die Wahrscheinlichkeit besteht jedoch nach unserer Auffassung, daß auch mit Sonnen- und Planetenlicht (vielleicht sogar Mondlicht) eine Streifenverschiebung eintritt. K. Vogtherr.

[1]) Siehe Naturw. Wochenschr. 1922, Nr. 2, S. 25, Anmerk.

[1]) Starks Jahrb. Bd. 17, S. 322, Anmerk.

[2]) Wobei jedoch der Michelsonversuch mit irdischem Licht in zur Erde und zum Apparat ruhendem Äther nach den Gesetzen der alten Undulationstheorie vor sich geht (es sind die Spiegel des Apparats ja nur gegenüber dem außerirdischen Licht bewegt, nicht gegenüber dem irdischen). In diesem Falle müßte sich nach der Methode von Fizeau oder Foucault oder einer ähnlichen eine um die Größe der Erdbewegung geänderte Geschwindigkeit des parallel zu dieser einfallenden außerirdischen Lichts ergeben und dieser Effekt müßte mit genügend verfeinerten Apparaten beobachtbar sein. Möglicherweise ließe sich auch eine Geschwindigkeitsänderung irdischen Lichts beim Auftreffen auf künstlich bewegte Spiegel experimentell prüfen.

Inhalt: Ed. Zache, Die Lager aus tierischen und pflanzlichen Resten im Diluvium des Elbstromgebietes. S. 665. — **Einzelberichte:** H. Klebahn, Blühendes Wasser. S. 671. G. und P. Hertwig, Die Vererbung des Hermaphroditismus bei Melandrium. S. 672. F. W. Aston, Neue Atomgewichtsforschungen. S. 673. K. Kade, Vorgeschichtliche Getreidefunde von der Steinsburg bei Römhild, Sachsen-Meiningen. S. 675. — **Bücherbesprechungen:** Weckmann, Ornithologisch-photographische Naturstudien. S. 677. V. Haecker, Über umkehrbare Prozesse in der organischen Welt. S. 678. R. Willner und G. Kyrle, Berichte der staatlichen Höhlenkommission. S. 678. H. A. Prietze, Natur und Volkstum. S. 679. — **Anregungen und Antworten:** „Bemerkungen über Standorte und Verbreitung der deutschen Farnkräuter". S. 679. Einige Bemerkungen zum Michelsonversuch. S. 680.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 10. Dezember 1922. | Nummer 50.

Der Klimawechsel als Hauptfaktor der Veränderung der Organismenwelt.

Von Prof. **N. N. Yakowlev**, St. Petersburg.

[Nachdruck verboten.]

Mit 1 Abbildung im Text.

Bei der Betrachtung der Veränderungsgründe der Organismenwelt werde ich von der Frage nach den Aussterbegründen ausgehen, von der aus ich zu den hier berichteten Ergebnissen gekommen bin.

Das Aussterben ist eine Erscheinung der geologischen Geschichte der Organismen, welche besonders deutlich beim ersten Einblick in dieselbe in die Augen fällt.

Wer hat nicht von dem Untergange der ihrem Körperbau nach so absonderlichen und oft so riesenhaften Reptilien der Jura- und Kreideperioden, Ichthyosaurier, Plesiosaurier, Dinosaurier und Pterodactyler oder der Flugsaurier gehört?

Oder vom Erlöschen der für die Steinkohlenperiode so charakteristischen baumartigen Lycopodien, der Bärlappgewächse und Schachtelhalme, Lepidodendren und Calamiten. Die Aussterbeerscheinung ist so allgemein, daß die Ausdrücke „fossile" und „ausgestorbene" Tiere beinahe als Synonyme gelten.

Was sind denn die Gründe dieser rätselhaften und majestätischen Erscheinung, welche die Ablösung der einen Welt durch die andere zur Folge hatte? Diese Frage erscheint als eine der wesentlichsten Fragen der Biologie, doch wird sie auf verschiedene Weise beantwortet, je nach der Ansicht der Forscher über die Bedeutung dieser oder jener Faktoren der organischen Evolution; was nun die Frage nach der relativen Bedeutung dieser Faktoren anbetrifft, so gehen bekanntlich die Ansichten stark auseinander.

Die Entwicklungstheorie der Organismenwelt oder die Evolutionstheorie in der Form, in welcher sie anfänglich die Aufmerksamkeit Aller auf sich gelenkt hatte und die Erscheinung der Evolution eines jeden Zweifels enthob, war bekanntlich die Theorie von Darwin.

Die Grundidee der Darwinschen Theorie ist die Auslese auf natürlichem Wege derjenigen Varietäten, welche für die jeweiligen Tiere und Pflanzen am nützlichsten erschienen, und die Erhaltung der begünstigsten Rassen im Kampfe ums Dasein.

Die Weiterentwicklung der Darwinschen Theorie führt uns natürlicherweise zur Annahme, daß der Kampf ums Dasein nicht nur zwischen einzelnen Individuen und Arten, sondern auch zwischen größeren Organismengruppen wie bei Gattungen, Ordnungen, Klassen stattfindet.

Man erhält somit ein ähnliches Bild wie in der Geschichte der Menschheit, wo wir den Kampf der Stämme und Völker, der Geschlechter und Klassen beobachten. Das Resultat dieses Kampfes ist die Degeneration, ja sogar das Aussterben dieser oder jener Gruppe.

Die Geologie ist ebenfalls eine historische Wissenschaft, sie ist die Geschichte der Erde und der Tier- und Pflanzenwelt, welche dieselbe bewohnen. Liegt der Grund des Aussterbens der Tier- und Pflanzengruppen im Kampfe untereinander und im Ersatz der einen Gruppe durch die andere?

Die Darwinisten bezweifeln dieses nicht.

Neumayr schildert uns folgendes Bild:[1]) „Eine genaue Untersuchung ergibt, daß der Rückgang großer blühender Familien in der Regel der Zeit nach zusammenfällt mit dem Auftreten überlegener Mitbewerber im Kampfe ums Dasein; zunächst tritt dies auffallend bei den während einer Zeit in ihrem Lebenskreise herrschenden Formen hervor, über deren Lebensbedingungen wir uns auch überdies meist wenigstens einige Rechenschaft geben können, während in anderen Fällen allerdings die Verhältnisse weniger günstig für eine Erklärung liegen. In den ältesten Zeiten nehmen die schon früher genannten Trilobiten die erste Stufe in der Tierwelt ein; ihr Übergewicht wird gebrochen mit dem Überhandnehmen der Cephalopoden, der gefährlichsten und wildesten Räuber, die wir unter den wirbellosen Tieren des Meeres überhaupt kennen.

In rascher Folge tritt dann der vollständige Verfall mit dem Umsichgreifen der Fische auf der Grenze zwischen Silur und Devon ein. Im oberen Silur sind die Cephalopoden aus der Familie der Nautiliden die herrschenden Formen im Meere, aber auch sie geraten vom Auftreten hochentwickelter Fische an, also seit Schluß der Silurformation, in steten Rückgang; außerdem fällt mit der Verminderung der Nautiliden das Aufblühen einer anderen Abteilung der Cephalopoden, der Ammoniten, zusammen. Die Ammoniten sind während der jüngeren Phasen der großen paläozoischen Ära und während der mesozoischen Zeit in außerordentlicher Entwicklung; erst seit der Mitte der Kreidezeit tritt eine namhafte Verminderung derselben ein, bis sie ungefähr auf der Grenze zwischen Kreide und Tertiär erlöschen;

[1]) M. Neumayr, Die Stämme des Tierreiches. 1889. S. 146.

der Beginn ihres Rückganges fällt zusammen mit der starken Entwicklung der Knochenfische, der Teleostier. Und dieses Ereignis bringt auch den Verfall der Belemnitiden und der schmelzschuppigen Fische, der Ganoiden, mit sich, die bis dahin alle Meere in Menge bevölkert hatten und nun bis auf wenige Überbleibsel verschwinden.

In ähnlicher Weise wie bei diesen Meerestieren verhält es sich mit den Bewohnern des festen Landes. Gegen Ende der paläozoischen Zeit finden wir hier die Amphibienordnung der Stegocephalen als herrschende Gruppe; neben ihr erscheinen dann Reptilien und verdrängen sie, so daß mit Schluß der Triasformation die ersteren verschwunden sind; dann beginnt die Herrschaft der Reptilien, welche aber mit dem Überhandnehmen der höheren Säugetiere aufhört, und die gewaltigsten Abteilungen jener sterben aus; ebenso machen die fliegenden Reptilien, die Pterodactylen, den Vögeln Platz."

Neben den Darwinschen Faktoren des Kampfes ums Dasein und der natülichen Zuchtwahl erhebt sich der unmittelbare Einfluß der äußeren Bedingungen und vorwiegend des Klimas.

„Wir leben in einer Zeit, wo die Erde merkbare klimatische Verschiedenheiten aufweist, welche zwischen dem sehr kalten polaren Klima und dem heißen feuchten und trockenen tropischen schwanken. Dies war nicht immer der Fall; in einer noch nicht sehr fernliegenden geologischen Epoche war die Temperatur niedriger als jetzt, andererseits war das Klima in früheren Zeiten vorwiegend warm und blieb so im Verlauf langer geologischer Epochen, und wenn es dann auch Temperaturschwankungen und klimatische Zonen gab, so waren die Polargegenden dennoch von solchen Tieren und Pflanzen bewohnt, die jetzt nur in frostfreien Gegenden vorkommen. Diese Temperaturschwankungen äußerten sich darin, daß lange warme Perioden durch kurze kalte abgelöst wurden. Das kalte Klima trat ein, als die Kontinente am größten und höchsten waren, also im Abschlußstadium der Perioden und Ären und existiert immer zur Zeit intensiver gebirgsbildender Prozesse oder unmittelbar danach." [1])

Uns interessieren die Epochen bedeutender Veränderungen der klimatischen Verhältnisse auf der Erde und dabei die Zeitspanne zwischen der kambrischen Epoche und der Jetztzeit, von welcher Überreste fossiler Organismen erhalten geblieben sind.

In dieser Zeit treten drei Hauptepochen im Wechsel der klimatischen Verhältnisse hervor; die erste und älteste von ihnen liegt auf der Grenze zwischen unterem und oberen Silur und ist als Entstehungsepoche der sogenannten kaledonischen Gebirgsketten bekannt; die zweite — auf der Grenze der Steinkohlenzeit und der permischen Periode — die Epoche der Entstehung des herzynischen Gebirges —, und endlich die dritte — auf der Grenze zwischen der mesozoischen und kenozoischen Ära — die Epoche der Bildung der alpinischen Gebirgsketten (nach Ramsay). Diese drei Epochen, „im Verlaufe derer sich auf den meisten, wenn nicht auf allen Kontinenten Gebirgsketten erhoben, werden die kritischen Perioden der Erdgeschichte genannt. Die Kontinente erheben sich dann besonders hoch über den Meeresspiegel, und da das Klima immer trockener, kühler, ja sogar kalt wird, kann man annehmen, daß diese Zeit auch für die damals lebenden Tiere und Pflanzen eine kritische war". [1])

Gegen klimatische Veränderungen sind besonders die Pflanzen empfindlich. Zur Zeit der kaledonischen Faltenbildung gab es noch keine vierfüßigen Landtiere und auch keine höheren Pflanzen, sondern es existierten bloß niedere Pflanzen, aller Wahrscheinlichkeit nach vorwiegend Algen, welche im fossilen Zustand größtenteils nicht erhalten geblieben sind. Der lückenhaften Überlieferung wegen ist es schwer, festzustellen, welche Veränderungen der Pflanzen möglicherweise stattgefunden haben. Anders verhält es sich zu Ende der paläozoischen und mesozoischen Ären, d. h. im Zusammenhange mit der herzynischen und alpinischen Faltenbildungen, als eine bedeutende und leicht nachweisbare Veränderung der Pflanzenwelt und der vierfüßigen Tiere zweifelsohne vor sich ging.

Das Klima der Steinkohlenzeit gilt als feucht und warm. Darauf weisen die reichen Steinkohlenablagerungen, die sich an Stellen von Sümpfen bildeten, hin; ebenso das Ausbleiben von Jahresringen im Holze, die sonst im Zusammenhange mit den kalten Winterperioden stehen, die Fülle und die enormen Dimensionen der Insekten (Libellen mit $^2/_3$ m Flügelspanne).

Diesem Klima entsprach das Übergewicht der samenlosen Sporenpflanzen einerseits und der vierfüßigen Amphibien andererseits. Mit dem Übergang dieses Klimas in ein trockenes und möglicherweise auch kälteres zu Ende der paläozoischen Ära entstanden ungünstige Verhältnisse für die Existenz der Sporenpflanzen, nicht nur weil diese im heißen Klima besser gedeihen, wie aus der Verbreitung ihrer gegenwärtigen Vertreter — der baumartigen Farne und großer Schachtelhalme zu ersehen ist, sondern auch weil sie die Feuchtigkeit zu ihrer Fortpflanzung benötigen. Letztere geht in abwechselnden geschlechtslosen und geschlechtlichen Generationen vor sich. Die geschlechtliche Generation ist weniger bekannt, als die ungeschlechtliche; die männlichen Genitalzellen entstehen auf ihnen in Form von Spermatozoiden und für eine Befruchtung der weiblichen Zellen ist die Vermittlung des Wassers unentbehrlich, denn nur im Wasser können die Spermatozoide sich bewegen und zur weiblichen Zelle gelangen. Die geschlechtliche Generation hat

[1]) Schuchert, Historical Geology. 1915. p. 984—985. (Pirson & Schuchert. Text-book of Geology.)

[1]) Ibid., p. 979.

das Aussehen kleiner Pflänzchen, die dem Boden aufliegen und im feuchten Klima leicht vom Regenwasser benetzt werden können. Das Wasser ist für die Sporenpflanzen so unentbehrlich, daß die Botaniker sie oft mit den Amphibien des Tierreiches vergleichen, deren Existenz ebenso an das Wassermedium wie das Trockenland gebunden ist.

Die für die oberpaläozoischen Ablagerungen so charakteristisch gewesenen, außerordentlich großen baumförmigen Sporenpflanzen, Bärlappgewächse, Schachtelhalme sterben auf der Grenze des Paläozoikums und des Mesozoikums aus; an ihrer Statt treten im Mesozoikum anemophyle Samenpflanzen auf, d. h. solche Pflanzen, die vermittels des Windes befruchtet werden. Zu Anfang sind es ihrer Organisation nach einfache Gymnospermen, Zykadophyten und Koniferen, welche besser als die Sporenpflanzen an das trockene Klima mit seinen großen Temperaturschwankungen angepaßt sind.

In der Kreidezeit, mit dem Anfang der Epoche der alpinischen Gebirgsbildung, vermindern sich in ihrer Ausbreitung die Zykadophyten, den, aus ihnen entstandenen, bedecktsamigen dikotyledonen Pflanzen Platz machend, welche bedeutende Schwankungen des Klimas vertragen, wie es auch aus der geographischen Verbreitung der gegenwärtigen Dikotyledonen im Vergleiche zu den Zykadophyten ersichtlich ist. Man kann im Voraus erwarten, daß die Pflanzen, welche empfindlicher als die Tiere gegenüber den Schwankungen des Klimas sind, schneller sich verändern müssen, als diese.

In der Tat, im sog. Permokarbon, oder in dem vom Steinkohlen- zum permischen System überführenden Ablagerungen, trägt die Flora den permischen, d. h. eigentlich den späteren Charakter, während die Fauna noch den Charakter der Steinkohlenzeit beibehält. Die Flora der oberen Kreide nähert sich mehr dem ihr folgenden Tertiär- als der vorhergehenden unteren Kreidezeit, während das Tierreich der Epoche der oberen Kreide seinem Charakter nach mesozoisch, nicht aber kenozoisch erscheint.

Man hält es für möglich, ja sogar für durchaus glaubwürdig, daß aus den Seichtwasserfischen die Amphibien hervorgegangen sind, welche dank der Luftatmung und der Gehgliedmaßen an bloß feuchten Stellen zu leben vermochten. Die Amphibien, deren Aufblühen in die oberpaläozoische Zeit fällt, verminderten sich daraufhin in ihrer Zahl, mit dem Übergange des feuchten Klimas zum trockenen. In der Geschichte der fossilen Amphibien kann man drei Phasen unterscheiden: die allerältesten und primitivsten Amphibien verbrachten ihr ganzes Leben im Wasser und waren mit Kiemen versehen. Mit dem Verluste der Kiemen paßten sie sich daraufhin an das Leben auf dem Lande im feuchten und warmen Klima an. Mit dem Übergange dieses Klimas zum trockenen kälteren und ungünstigen für ihr Leben auf dem Lande, treten sie ihren Platz den Reptilien ab, welche des Wassermediums sogar in der Jugend nicht bedürfen und überhaupt ihren Eigenschaften nach an das Leben im trockenen Klima angepaßt sind. Nur eine Gruppe der Stegocephalen, die sog. Labyrinthodonten, gedeihen noch in der Trias, sich wieder dem Leben im Wasser zuwendend, augenscheinlich infolge des trockenen Klimas, — wobei sie nicht nur im Süßwasser, sondern auch im salzigen Meerwasser lebten — eine, in der Geschichte der Amphibien einzig dastehende Erscheinung; die im Meere lebenden Labyrinthodonten sind aus der Trias in Spitzbergen und Indien bekannt. Die Reptilien, welche im Mesozoikum die Stelle der Amphibien einnahmen, sind so mannigfaltig und zahlreich (11 Ordnungen an Stelle der 4 jetzt lebenden), daß das Mesozoikum das Zeitalter der Reptilien genannt wird. Die Eigenschaften, welche den Reptilien ermöglichten, des Lebens im Wasser vollständig zu entsagen, sind: die harte Haut, mit Krallen versehene Finger, innere Befruchtung und große Eier mit direkter Entwicklung (ohne Metamorphose), was sie von dem Entwicklungsstadium im Wasser befreit.

Die Reptilien waren sowohl auf dem Lande als auch im Wasser verbreitet und außerdem nahmen sie in der Luft die Stelle der Vögel ein.

Allein auch die Reptilien waren in ihrer Verbreitung infolge ihrer Kaltblütigkeit beschränkt, und der Klimawechsel in der Periode der alpinischen Gebirgsbildung wurde für sie verhängnisvoll.

Sowohl die Säugetiere, als auch die Vögel, welche beinahe gleichzeitig mit den Reptilien auf der Erde erschienen, blieben im Mesozoikum sozusagen im Schatten, im Hintergrunde,[1]) solange die Lebensbedingungen für die Reptilien günstig waren, daraufhin aber überstanden sie dank ihrer Warmblütigkeit den Klimawechsel, traten in den Vordergrund und verbreiteten sich, die Stelle der Reptilien einnehmend und entwickelten gleich den Letzteren eine große Mannigfaltigkeit in der Anpassungsart an die verschiedenen Lebensbedingungen.

Was die wirbellosen Tiere im Meere anbetrifft, so kann man bei ihnen schon auf der Grenze zwischen oberem und unterem Silur eine fundamentale Änderung der Fauna bemerken. In diese Zeit fällt auch der Umschwung in der Entwicklung der Trilobiten und die Verminderung der Zahl ihrer Arten und Gattungen um die Hälfte. Von den anderen Gruppen des Tierreiches, dessen Aufblühen dem Silur angehört, wären noch die ausgestorbenen gestielten und größtenteils festsitzenden Stachelhäuter der Klassen der *Cystoidea Carpoidea* und *Thecoidea* zu erwähnen. Sie alle haben im unteren Silur ihre größte Verbreitung

[1]) ebenso, wie auch wahrscheinlich die Dikotyledonen längere Zeit im Hintergrunde blieben, bis ihnen die Dezimierung der Zykadophyten und der *Ginkgoinae* im Zusammenhange mit dem Klimawechsel in der Epoche der oberen Kreide die Möglichkeit bot, in den Vordergrund zu treten.

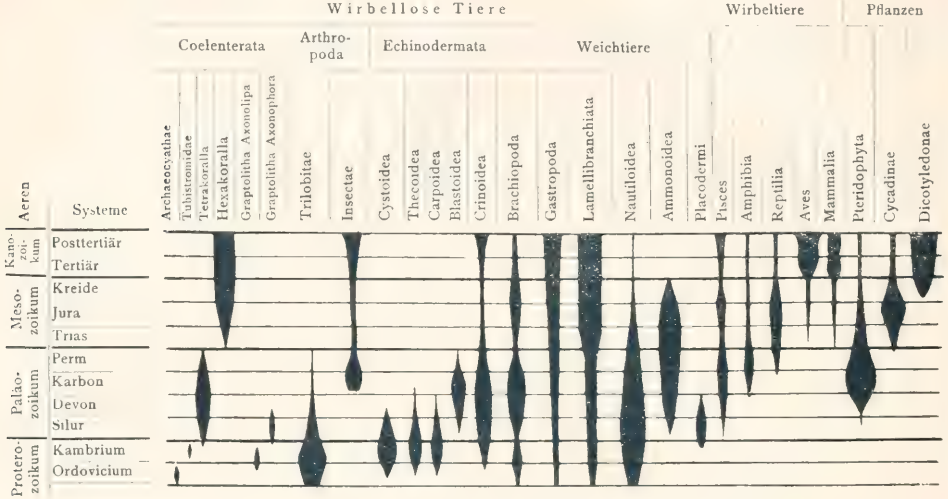
gefunden. Zweifelsohne nehmen ihre Stelle die Crinoiden ein, welche im oberen Silur und im Devon am meisten verbreitet sind.

Von den meisten wirbellosen Polypomedusen muß doch das Aufblühen und der Untergang der in Kolonien befestigten achsenlosen *Axonolipa* im unteren Silur erwähnt werden, nach welcher Zeit schwimmende und mit einer Achse versehene Graptolithen (*Axonophora*) sie ablösen. Schließlich wird die Verbreitung der korallenartigen Stromatopocoiden (der Gattungen *Beatricea, Cryptophragmus, Gymnosoten*) durch das untere Silur begrenzt, während sie später von den Korallen und echten Stromatoporen abgelöst werden.

Das Dargelegte weist deutlich auf den Zusammenhang zwischen dem Klimawechsel einerseits und dem Aussterben und der Entwicklung neuer Gruppen an Stelle der untergegangenen andererseits hin. Besonders klar ist dieser Zusammenhang an den Pflanzen und den vierfüßigen Wirbeltieren zu sehen.

Was ist aber mit der obenerwähnten verlockend-harmonischen Schilderung Neumayrs von dem Aussterben infolge des Kampfes ums Dasein anzufangen?

So hinreißend dieses Bild auch erscheinen mag, so enstpricht es augenscheinlich doch nicht der Wirklichkeit. Zu allererst befinden wir uns oft



Die geologische Verbreitung einiger Gruppen der Organismenwelt.

Der Epoche der hercynischen Gebirgsbildung entspricht das Aussterben der paläozoischen Crinoiden und Seeigel, eine bedeutende Verminderung der Brachiopoden, der Untergang der paläozoischen Korallen *Rugosa* und *Tabulata*, — alles Tiergruppen des flachen Meeres, wo die Einwirkung des Klimawechsels besonders schnell sich zeigte. Dasselbe kann man von den Insekten sagen, von denen einige Ordnungen in dieser Epoche ausstarben. Daraufhin entstanden die Ordnungen *Coleoptera, Hymenoptera* und andere, welche sich durch ihre vollständige Metamorphose bei der individuellen Entwicklung (Stadien der Larve, der Puppe und des erwachsenen Insekts) auszeichneten, was als eine Anpassung zum Schutz gegen die Winterkälte betrachtet wird.

An der oberen Grenze des Mesozoikums sterben die Ammoniten und die Belemniten aus und es entwickeln sich (aus letzteren) die gegenwärtigen *Cephalopoda Decapoda*.

in einer schwierigen Lage etwas bestimmtes in bezug auf die früheren geologischen Epochen auszusagen, da wir nicht imstande sind, die Lebensart der damaligen Tiere zu beobachten, besonders in bezug auf die Ernährung der gänzlich ausgestorbenen Gruppen. Darüber kann man nur unbestimmte Mutmaßungen äußern, die einander oft stark widersprechen.

Neumayr nimmt an, daß der Verfall der Trilobiten als Folge der Entwicklung der Nautiliden eintrat. Schuchert jedoch stellt diesen Verfall mit der Entwicklung der Meerestiere im Devon in Zusammenhang, obgleich der Umschwung in der Entwicklung der Trilobiten zwischen dem unteren und oberen Silur stattgefunden hat.

Der Hinweis auf den Verfall der Cephalopoda Nautiloidea im Zusammenhange mit dem Auftreten der Fische, der Untergang der Cephalopoda Ammonoidea im Zusammenhange mit der starken Fntwicklung der neuen Fischgruppe ist für

das Feststellen einer Abhängigkeit dieser wenn auch zusammenfallender Erscheinungen nicht beweiskräftig. Es bleibt gänzlich unbekannt, ob die betreffenden Fische sich von den Nautiliden und Ammoniten ernährt haben und sogar ob sie sich von ihnen genährt haben könnten. Die Schalen dieser Mollusken erreichen eine gehörige Größe und sind mit Schutzdeckeln versehen, so daß es den Fischen nicht besonders leicht gewesen sein mußte, sich von ihnen zu ernähren um so mehr als die ältesten sog. Panzerfische weichmäulig und zahnlos waren. Außerdem erwähnt Neumayr selbst, daß der Verfall der Nautiliden nicht nur von dem Auftreten der Fische, sondern auch vom Aufblühen der Ammonoideen begleitet war, — warum also haben die Fische, welche im Paläozoikum die eine Gruppe der Cephalopoden vernichtet hatten, die andere, nach ihr folgende verwandte Gruppe erst im Mesozoikum verdrängt?

Neumayr nimmt als Grund des endgültigen Aussterbens der Ammoniten wiederum die Entwicklung der Fische, diesmal der Knochenfische an. Warum haben diese Fische keinen Verlust an ihrer Zahl erlitten, nachdem sie alle Ammoniten vernichtet hatten? Es nehmen doch einige Autoren an, daß das in die gleiche Zeit fallende Aussterben der Plesiosaurier und Ichthyosaurier im Zusammenhange mit dem Untergange der Ammoniten, welche ihre Hauptnahrung ausmachten, vor sich gegangen ist (Koken). Wenn in diesen Fällen im Kampfe ums Dasein eine Vernichtung der einen Gruppe durch die andere stattgefunden hat, so könnte man meinen, die Übergabe der Position der einen zugunsen der anderen müßte allmählich geschehen sein. Von den kämpfenden Gruppen würde die eine allmählich an Zahl zunehmen, die andere an Zahl abnehmen. Indessen sehen wir dies nicht. Die eine stellt sich an Stelle der anderen, blüht gewöhnlich nach dem Aussterben letzterer auf, sonst aber erscheint sie sogar erst darnach, den freien Platz der untergegangenen Gruppe in der Ökonomie der Natur einnehmend.

Die Säugetiere und die Vögel haben nicht die Reptilien allmählich verdrängt, sondern sie fingen an sich zu entwickeln, erst nachdem letztere nach dem Aussterben einer ganzen Reihe ihrer Ordnungen plötzlich ihre Verbreitung eingeschränkt hatten.

Die Korallen des Mesozoikums haben in der Ökonomie der Natur zweifelsohne die Stelle der paläozoischen Korallen eingenommen, jedoch vermengten sich diese beiden Gruppen nicht: die eine stellte sich an die Stelle der anderen nach deren Aussterben.

Der Untergang eines bedeutenden Teils der Brachiopoden zum Ende des Paläozoikums ermöglichte den Lamellibranchiaten, die einen ähnlichen Lebenswandel führen und gerade im Mesozoikum sich zu verbreiten begannen, ihre Stelle in der Ökonomie der Natur einzunehmen.

Die Nacktsamigen nehmen den Platz der Sporenpflanzen ein, um ihrerseits wieder den Dikotyledonen das Feld zu räumen.

Das Obenerwähnte zusammenfassend, können wir sagen, daß der Antrieb zur Entwicklung neuer Organismengruppen die Entstehung freier Stellen in der Ökonomie der Natur war. Die eine Gruppe verdrängt nicht die andere, indem sie mit ihr in Kampf tritt, sondern sie nimmt bloß die von ihr infolge ungünstiger anorganischer, klimatischer Lebensbedingungen frei gemachte Stelle ein.

Auf die Bevölkerung vakanter Stellen in der Ökonomie der Natur als auf einen wesentlichen Faktor in der Veränderung der Organismenwelt wurde von Cuénot hingewiesen. Durch die Einnahme der freien Stellen ist ein Stoß zur Entwicklung gegeben, welche sodann augenscheinlich ruckweis vor sich gegangen ist.

In der von uns sehr fernliegenden Zeit, sagt Cuénot, als noch viele freien Plätze vorhanden waren: Süßwasser, Sümpfe, festes Land, Erdspalten und Höhlen, Polargegenden, Luft usw., war eine Entstehung neuer Gruppen möglich; jetzt aber bleibt der Mutation immer weniger die Möglichkeit, noch einen freien Raum im Konzerte der solidarischen Lebewesen, die in der Jetztzeit die Erde bewohnen, zu finden. Die Evolution hat nicht aufgehört, schließt Cuénot, sie ist nur stark verzögert — bis zum Einsetzen einer neuen kritischen Periode in der Erdgeschichte — setzen wir hinzu, wenn der Untergang der eben lebenden Organismen die Verbreitung neuer Organismen und Organismengruppen gestattet und ihnen einen Stoß zur Entwicklung geben wird.

Im Hinblick auf die Säugetiere und nacktsamigen Pflanzen wird der Gedanke ausgesprochen, daß, bevor sie die vorherrschende Stelle eingenommen hatten (erstere im Känozoikum, letztere im Mesozoikum), sie längere Zeit im Hintergrunde existierten, sich an Orten mit kälterem Klima in Polargegenden oder auf Plateaus und im Gebirge aufhaltend. Hier konnte ihre Lage von den Reptilien und Sporenpflanzen, welche an niedrigen Stellen und im warmen Klima in der Nähe der Meeresufer lebten, nicht strittig gemacht werden.

Als die Reptilien und Sporenpflanzen in ihrer Verbreitung infolge des Klimawechsels, erstere am Ende des Mesozoikums, letztere am Ende des Paläozoikums, eingeengt wurden, nahmen ihren Platz die Säuger und die Nacktsamigen ein, welche sich verbreiteten, neue Abzweigungen aussendend, die an die verschiedenen Bedingungen freigewordener Stellen sich anpaßten. Aus den einförmigen Säugetieren des Mesozoikums z. B. wurden in der Tertiärzeit bald alle die mannigfaltigen Ordnungen, die gegenwärtig die Säuger vertreten. Die Übereinstimmung in der Entwicklung der Säugetiere und der Nacktsamigen ist insofern von Interesse, als diese ihr zugrundeliegende Idee von zwei amerikanischen Autoren, unabhängig voneinander ausgesprochen wurde, obgleich sie in bezug auf die Säuger schon vor einigen Jahrzehnten erwähnt war (Packard), in bezug auf

die Nacktsamigen jedoch erst neulich (Wieland). Sind viele Gruppen völlig ausgestorben, ohne Epigonen, neue Gruppen, ausgebildet zu haben? Möglich, daß ihrer weniger waren, als bisher angenommen wurde.

Wieland weist darauf hin, daß Huxley mit der ihm eigenen kühnen Einsicht darauf aufmerksam macht, daß beim Betrachten des Tierreiches in seinem Ganzen die Zahl der ausgestorbenen Ordnungen verhältnismäßig gering ist; möglicherweise sind bloß an 15 % von 125 Tierordnungen jetzt gänzlich ausgestorben. Wieland nimmt augenscheinlich an, daß dieses noch eher für die Pflanzen gilt, und Steinmann spricht sogar die Meinung aus, mit der man wohl schwerlich einverstanden sein kann, ein Aussterben ohne Hinterlassung von Nachkommen hätte überhaupt nie stattgefunden.

Es gab ein solches Aussterben auch. Wir erinnern z. B. an die Graptoliten, Trilobiten, Ammoniten, an die verschiedenen Reptilien, doch öfter fand das Verschwinden der einen Gruppe infolge ihrer Umwandlung in eine andere Gruppe statt. Die Aussterbeepochen waren somit auch Epochen der Entstehung neuen Lebens, obgleich die Lebewesen nicht immer gleich eine große Verbreitung fanden. Wir wollen noch die Frage über das Aussterben unter den Säugetieren, welches in die Tertiär- und Quaternärzeit fiel, berühren. Osborn bemerkt, daß im späten Eozän und Oligozän vorwiegend der Untergang von Familien, im Miozän der Gattungen und im Postpliocän der Arten stattfand. Diesem könnte man noch das Aussterben der Ordnungen im unteren Eozän (*Amblypoda*, *Taeniodonta*, *Condylarthra*) voranstellen. Aus dieser Aussterbefolge kann man die allmählichen Abschwächungsphasen des mehr oder weniger ununterbrochenen Prozesses ersehen, und man kann diesen Prozeß von der oberen Kreidezeit an in Zusammenhang bringen mit den andauernden Veränderungen der physikalisch-geographischen Bedingungen.

Diese Änderungen bestanden in der Verminderung der Meeresfläche und in der teilweise damit, teilweise mit der immer weiter fortschreitenden Gebirgsbildung im Zusammenhang stehenden Änderungen des Klimas. Dasselbe wurde trockner, was eine Vergrößerung der Wiesen- und Steppenregionen und des Trockenlandes mit der Entwicklung von Gräsern nach sich zog. Gräser kommen in Schichten der oberen Kreide vor, jedoch ihre bedeutende Verbreitung erreichen sie erst zu Ende des Eozäns. Diese Veränderung der Bedingungen begünstigte die Entwicklung schnellfüßiger Grasfresser, Ungulata, mit hohen Beinen und verlängerten, hypsodonten, Zähnen. Die öfters schwerfälligen Polydaktylen mit tuberkulären Zähnen starben aus; es nahmen die Läufer mit verminderter Zahnzahl und selenodonten Zähnen überhand. Daraufhin fand unter den Formen mit reduzierter Zahnzahl eine weitere Auslese statt. Formen, welche konservativer die primitive Anordnung der Carpal- und Tarsalknochen beibehielten, starben gänzlich aus, es überlebten diejenigen Tiere, bei welchen sich diese Fußteile modifizierten, ihnen eine größere Festigkeit beim Tragen des Körpers verleihend. Es bleibt uns übrig die Frage des Unterganges der postmiozänen Säugetiere zu berühren. Eigentlich kann man diesen als Abschluß des vorhergegangenen Prozesses betrachten, ähnlich wie möglicherweise auch die Eiszeit — das Endglied der mit der Gebirgsbildung im Zusammenhang stehenden Klimaveränderung darstellt (Ramsay).

Die Kälte könnte auch nicht der unmittelbare Grund des Aussterbens gewesen sein, jedenfalls nicht immer. Die Anpassungsfähigkeit an die Kälte beweist die Entwicklung des Haarkleides bei Tieren tropischer Gegenden, wie bei den Elephanten (Mammut) und beim Rhinozeros. Jedoch kann die Kälte, gleich anderen Bedrängnissen (Dürre, Überschwemmungen), die eine zeitweilige Verminderung der Dimensionen der Herden nach sich ziehen (nach Osborn), zum Aussterben führen; diese Reduktion aber schwächt die Widerstandsfähigkeit der Herden im Kampfe mit den Feinden. Die Verminderung der Individuenzahl der Rassen geht vor sich auch infolge der durch die Temperatur hervorgerufenen Hemmung der Fortpflanzungsfähigkeit. Die Fortpflanzungsperiode, die in den Tropen das ganze Jahr fortdauert, beschränkt sich in den Polargegenden und Hochgebirgen auf bloß zwei Monate oder auf noch kürzere Zeit.

Osborn führt für den Untergang der amerikanischen Pferde in der Eiszeit besondere, jedoch gleichfalls vom Klima nicht zu trennende Gründe an. Die nach Mexiko emigrierten Pferde konnten, wie er bemerkt, dank der verschiedenartigen Lebensbedingungen, die sich ihnen hier boten, passende physikalische Bedingungen finden. Das Aussterben geschah seiner Meinung nach infolge der Epidemien, die durch Insekten, ähnlich der gegenwärtigen Tsetsefliege in Afrika hervorgerufen werden. Solchen Epidemien begegnen wir vorwiegend in der Zeit feuchter Perioden, oder in Gegenden mit regnerischem Klima. In Gegenden, wo zu gewissen Jahreszeiten Insekten und Milben sich lebhaft fortpflanzen, können dieselben sogar unmittelbar verderblich für die Säugetiere werden.

Resumieren wir alles oben Dargelegte, so können wir konstatieren, daß der Hauptfaktor zum Aussterben in den verschiedenen geologischen Epochen vorwiegend im Klimawechsel zu suchen ist. Das Aussterben infolge des darwinschen Faktors eines direkten Kampfes ums Dasein erfolgt mit Bestimmtheit nur in speziellen Fällen und lokal, und fand wahrscheinlich vorwiegend nach der Verbindung der Kontinente, welche früher getrennt waren, statt. So waren zur ersten Hälfte der Tertiärzeit Nord- und Südamerika durch ein breites Meer, welches die Stelle der jetzt existierenden Panamalandenge und des großen Teiles

Zentralamerikas einnahm, voneinander getrennt. In jener Zeit hatten Nord- und Südamerika eine sich voneinander ganz unabhängig entwickelnde Fauna. Im Miozän ging die Verschmelzung beider Kontinente vor sich, im Postpliozän emigrierten und vermengten sich die Faunen, was in Südamerika das Aussterben der früher dort lebenden Litopternae und Raubtiere nach sich zog. Erwähnen wir noch die sogenannten inneren Gründe des Aussterbens, d. h. diejenigen, welche nicht im äußeren Medium, nicht in den äußeren Lebensbedingungen des Organismus liegen, sondern in ihm selbst, in seiner Organisation. Von der Möglichkeit des Aussterbens infolge solcher Faktoren wurden ab und zu Andeutungen gemacht, obgleich möglicherweise das Beste, was man darüber aussagen könnte, vor 60 Jahren von K.-E. von Baer ausgesprochen wurde.

So schreibt Baer unter anderem folgendes:

„Man stößt jetzt nicht selten auf die — als selbstverständlich hingeworfene Behauptung: wie die Individuen absterben, so müssen auch die Arten oder genetischen Reihen von Organismen derselben Form ihr Ende erreichen. Eine solche Ansicht ist keineswegs neu.“ „Auch scheint für den ersten Augenblick die Analogie so groß zu sein, daß man leicht glauben könnte, das Absterben des organischen Individuums mache auch das Aussterben der Arten wahrscheinlich oder gar notwendig. Indessen darf man diese Zusammenstellung oder Vergleichung nur ein wenig mehr ins Auge fassen, um zu erkennen, daß dem Sterben des Individuums eine innere Notwendigkeit zugrunde liegt, daß aber für den Untergang der Arten eine solche weder empirisch nachgewiesen, noch theoretisch wahrscheinlich gemacht scheint.“ [1])

„Suchen wir nun nach einer solchen, im Lebensprozesse selbst liegenden, also rein physiologischen Notwendigkeit des Aufhörens in der Reihenfolge der Generationen, so scheint es mir, daß die Beweise aus der Erfahrung fehlen und die Analogie keineswegs groß genug ist, um auf sie einen Schluß zu gründen.“ [2])

Analogie bedeutet Ähnlichkeit, ist überhaupt bloß ein Gegenüberstellen, ein Vergleich, nicht aber ein Beweis, wie es das französische Sprichwort so treffend ausdrückt.

Die Analogie ist hauptsächlich bei populärer Darstellung von Nutzen, um vermittels der vereinfachten Erklärung das klar zu legen, was sonst wegen der Kompliziertheit der Erscheinungen und des Mangels an ausreichenden Kenntnissen nicht leicht verständlich zu machen wäre. Auch in wissenschaftlicher Hinsicht hat die Analogie eine Bedeutung als Heuristik, als ein auf der Intuition beruhendes Suchen, als Ahnung, dieser oder jener Verallgemeinerung im Forschen nach der Wahrheit; dennoch bedarf dieses Erraten unbedingt einer Prüfung und eines Beweises, ohne selbst ein solcher zu sein. Baer weist darauf hin, daß man unter den jetzt lebenden Haustieren und wilden Tieren kein Aussterben, welches sich in der Verminderung der Fruchtbarkeit oder der Verminderung des Wuchses äußern könnte, beobachtet. Dieses wird auch nicht in bezug auf die ausgestorbenen Gruppen in vergangenen geologischen Epochen bemerkt; im Gegenteil, es starben mit besonderer Beständigkeit die Riesen aus, Tiere, die den Kulminationspunkt im Sinne ihrer Größe erreicht hatten. Natürlich, wenn man im Auge behält, daß jede Erscheinung in ihrer Existenz einen Anfang, eine Mitte und ein Ende hat, so veranlaßt die Gegenwart dieser drei Phasen sie mit der Jugend, der Reife und dem Alter im Leben des Individuums zu vergleichen; jedoch wäre es seltsam, daraus den Schluß zu ziehen, daß das Ende unbedingt dem Alter entspräche und kann man diese Behauptung nicht ernst nehmen.

Mir scheint, man kann behaupten, daß ich in dem vorliegenden Aufsatz die Abhängigkeit der Entwicklung der Organismenwelt von den physikalisch-geographischen (klimatischen) Bedingungen nicht nur ganz genau, sondern auch noch viel bestimmter und entschiedener, als es bis dahin durch andere geschehen ist, dargelegt habe.

Der Zweifel an der Möglichkeit eines gleichzeitigen Klimawechsels auf der ganzen Erdoberfläche infolge geologischer Vorgänge (siehe z. B. in den Arbeiten des geologischen Kongresses in Kanada die Schrift von v. Lozinsky) hielt davon ab, dieses früher zu tun. Indessen scheint eine solche Allgemeinheit in den physikalisch-geographischen Veränderungen klar genug hervorgehoben, sogar in den von Schuchert in denselben Arbeiten des Kongresses gegebenen Daten über die Ansichten seiner Vorgänger (Suess, Lapparent, Chamberlin).

Es wurde mitunter erwähnt, daß der Grund zum Aussterben nicht die klimatischen Bedingungen gewesen sein könnten, wegen deren allmählichen Veränderungen. Wenn nun aber Cuviers Katastrophismus dem Uniformitarianismus Lyells und von Hoffs Platz gemacht hat, so werden in letzter Zeit diesem Grenzen gezogen, indem man zugibt, daß die Veränderungen der Erde und ihrer physikalisch-geographischen Bedingungen nicht immer mit gleicher Geschwindigkeit vor sich gegangen sind.

[1]) K. E. v. Baer, Über das Aussterben der Tierarten in physiologischer und nichtphysiologischer Hinsicht überhaupt usw. Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. Tome III, 1861, S. 369—370.

[2]) Ibid. S. 371.

Anregungen und Antworten.

Bewegungen von Insekten zur Nahrungssuche. Folgende Beobachtungen am Admiralschmetterling machte ich in Septembertagen in einem Obstgarten, in welchem die Schmetterlinge der genannten Art oft an von Wespen angefressenem und faulendem Fallobst saugten.

1. Ein am Fallobst saugender Falter, den ein vorbeikommender Mensch oder Hund oder eine ihn störende große Fliege aufscheucht, fliegt fast stets in 1—3 m Höhe auf einen der Obstbäume und läßt sich dort mit ausgebreiteten Flügeln auf einem Blatt nieder. Ein diesen Platz spontan verlassender Falter dagegen kommt stets herabgeflattert und nähert sich im Pendelflug Früchten am Boden. Will mans anders hören, so scheint er im ersten Falle negativ geotaktisch, doch kann positive Phototaxis damit verbunden sein; im zweiten Falle dagegen kann von positiver Geo- und Chemotaxis gesprochen werden.

2. Das Aufsuchen einer am Boden liegenden Frucht geschieht meist wesentlich unter sich allmählich herabsenkendem pendelnden Hin- und Herfliegen über ihr mit allmählich sich verkleinerndem Ausschlag. Der anlockende Reiz wird der chemische sein; der Falter nähert sich aber nach Gesagtem der Reizquelle nicht durch stetes Eindringen in stärker duftgeschwängertes Gebiet, sondern unter Umkehren zu kürzerem Rückflug nach jedesmaligem Überschreiten des Duftmaximums, also unter Mitwirkung des Gedächtnisses und zwar unter kombinierter Verarbeitung von äußeren (chemischen) und kinästhetischen Reizen.

3. Schließlich aber wird die Frucht nicht angeflogen, sondern der Falter läßt sich in ihrer Nähe nieder und kriecht dann zu ihr hin. Gewöhnlich sieht man ihn nach dem Sichniederlassen und vor Beginn des Hinkriechens sich durch eine Wendung genau in die Richtung auf die Reizquelle hin einstellen. Diese Wendung bis zu dem Moment, wo beide Fühlerenden augenscheinlich in gleichstarkem chemischem Reiz sind, ist eine chemotaktische Reaktion in Reinheit und somit für das Vorkommen von solchen ein so deutliches Beispiel, wie man es selten haben kann. — Ich bemerke, daß Optisches so gut wie sicher nicht mitwirkt, da die Reizquelle, die faulende Frucht, stets von unauffälliger brauner Farbe ist, oft zwischen Geäst oder Gesträuch versteckt liegt und nicht selten nur durch ein kleines, zertretenes Stück Frucht dargestellt wird, das der menschliche Beobachter kaum erkennt, und das höchst unauffällig gegenüber anderen optischen Eindrücken am Orte ist.

4. Den auf die Frucht zukriechenden Falter kann ein Windstoß oder die Notwendigkeit, Äste zu umklettern, aus der Bahn bringen. Das alsobald darauf erfolgende Sichwiedereinstellen auf die Frucht hin kann als rein chemotaktisch erklärt werden, so sehr auch der Eindruck besteht, der Falter „lasse sich nicht von seinem Ziele abbringen".

5. Das Hinzukriechen auf die Reizquelle erfolgt unter ständigem Auf- und Niederschlagen der Flügel, und dies hat zur Folge, daß alle auf der Frucht sitzenden Fliegen vor dem herannahenden Falter flüchten. Auch nachdem er angelangt ist und saugt, reagiert er auf jede sich annähernde kleine oder mittelgroße Fliege durch Flügelschläge, die sie nicht berühren; nur ziemlich große Fliegen lassen sich nicht vertreiben, sondern kriechen so kräftig zwischen den Beinen und dem Rüssel des Schmetterlings umher, daß dieser selbst weicht. Wahrscheinlich ist es wesentlich der optische Eindruck von den lebhaften Flügelfarben, der die Fliegen vertreibt, und hierin scheint auch der Nutzen oder die Zweckmäßigkeit der Flügelfarben der Tagfalter zum Teil — natürlich nicht allein hierin — zu liegen, denn ähnlich kann es bei anderen Tagfaltern sein, die beim Blütenbesuch mit Fliegen zu konkurrieren haben.

6. Wesentlich anders als den Admiralschmetterling sah ich in jenen Tagen vor einem anderen Objekt Fliegen verschiedener Art reagieren. Stinkmorcheln standen in sandigem Dünengelände und wurden viel von rasch gegen Wind anfliegenden Fliegen besucht. Inwieweit zieht sie chemischer Reiz an, inwieweit optischer? Halte ich meine Handfläche im Sonnenschein 20 cm schräg vor den Pilz, so wird diese angeflogen. Also die chemisch angelockte Fliege reagiert in diesem Falle, in Nähe der chemischen Reizquelle angelangt, auf irgendeinen optischen Reiz, der mit dem von der Reizquelle ausgehenden und vielleicht den Fliegen jener Gegend im Gedächtnis sitzenden nur entfernte Ähnlichkeit hat.

V. Franz, Jena.

Die Lage der deutschen naturwissenschaftlichen Museen gestaltet sich von Jahr zu Jahr schwieriger. Durch den Raub unserer Kolonien, die Absperrung vom Auslande und den schlechten Stand unserer Währung sind Neuerwerbungen äußerst erschwert, und die zur Verfügung stehenden Mittel stehen in keinem Verhältnis zu den geforderten Preisen; das valutastarke Ausland dagegen ist in der Lage, deutsches Kulturgut um wenig Geld zu erwerben. Wohin diese Verhältnisse führen, zeigt das Schicksal unserer Zoologischen Gärten, von denen bereits 3 (Breslau, München und Hannover) geschlossen werden mußten, und ähnliches droht den naturwissenschaftlichen Museen. Sich gegen diese verhängnisvolle Entwicklung zu wehren, ist Pflicht der Museumsleiter, und ein Mittel hiezu ist die Gründung einer Vereinigung der wissenschaftlichen Beamten der deutschen naturhistorischen Museen. Durch eine derartige Vereinigung würde es möglich sein, einen regen Tauschverkehr der Museen untereinander anzubahnen und gemeinsame Unternehmungen zu ihrem weiteren Ausbau ins Werk zu setzen. Auch die zielbewußte Heranbildung tüchtiger Präparatoren und geschulter Sammler könnte von dieser Vereinigung in die Hand genommen werden, die das berufene Organ für die Vertretung der Standesinteressen der naturwissenschaftlichen Museumsbeamten sein würde. Es wird deshalb vorgeschlagen, die Gründung einer solchen Vereinigung möglichst ungesäumt in die Wege zu leiten. Zustimmende Erklärungen erbittet Prof. Dr. Fritze-Hannover, Provinzialmuseum.

Gelegentlich eines Geologenkongresses in Brüssel, der sich den Anschein gab, der 13. internationale zu sein, hatten die Franko-Belgier natürlich das Bedürfnis, auch dort mit ihren Kriegsleiden Reklame und sich interessant zu machen. Den geeignetsten Rahmen dazu gab Loewen ab. Es muß doch festgenagelt werden, daß bei dieser Gelegenheit auch ein Vertreter der „Neutralen" (soweit diese nicht unter Protest dem gesamten Zankspiel ferngeblieben waren), nämlich Lugeon aus Lausanne seine Ansichten über die „barbarie allemande" vom Stapel ließ. Ich habe in diesen Blättern des öfteren in anerkennendster Weise seiner großen Verdienste um die Tektonik der Alpen gedacht und habe davon kein Wort auch nur in Gedanken zurückzunehmen. Um so mehr fühle ich Anlaß, mein schmerzliches Mitleid darüber zum Ausdruck zu bringen, daß die Kriegsepidemien noch so unvermindert wüten und nun auch ein früher so klares Urteil zum Opfer gefordert haben.

Prof. Dr. Edw. Hennig-Tübingen.

Literatur.

Titschak, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte Tineola biselliella. Mit 4 Tafeln u. 91 Textabbildungen. Leipzig '22, Gebr. Borntträger.

Möller, Prof. Dr. M., Kraftarten und Bewegungsformen. Mit 72 Abb. Braunschweig '22, Fr. Vieweg & Sohn. 100 M.

Kolkwitz, Prof. Dr. R., Die Pflanzenwelt der Umgegend von Berlin. Mit 1 Karte und 12 Textabb. Berlin-Lichterfelde '22, Naturschutz-Verlag.

Inhalt: N. N. Yakowlev, Der Klimawechsel als Hauptfaktor der Veränderung der Organismenwelt. S. 681. — Anregungen und Antworten: Bewegungen von Insekten zur Nahrungssuche. S. 688. Die Lage der deutschen naturwissenschaftlichen Museen. S. 688. Geologenkongreß in Brüssel. S. 688. — Literatur: Liste. S. 688.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 17. Dezember 1922. | Nummer 51.

Die Beziehungen der afrikanischen Tierwelt zur südasiatischen.

Ein Beitrag zur Geographie der Tiere.

[Nachdruck verboten.]

Von Dr. **Wilh. R. Eckardt**, Essen.

Afrika südlich der Sahara ist bezüglich seiner Säugetierwelt das formenreichste Tiergebiet der Erde. Dieser Umstand ist nach Dahl[1]) darauf zurückzuführen, daß trotz aller Einförmigkeit des alten ungegliederten Kontinents sehr verschiedene Lebensbedingungen vorkommen, denn es gibt in Afrika Regenwald, Savanne, Steppe, Wüste, Gebirge, zahlreiche und große Binnenseen sowie Flüsse. „Es fehlt also nichts, was zur Differenzierung der Formen Anlaß geben konnte. Zudem sind die Temperaturverhältnisse für das Tierleben äußerst günstig, da der allergrößte Teil innerhalb der Wendekreise liegt. Trotzdem würde der Formenreichtum nicht ein so gewaltiger sein, wenn Afrika nicht sehr lange mit dem Hauptfestlandkomplex der Erde in engem Zusammenhang geblieben wäre" (Dahl). Wenn dagegen Afrika namentlich hinsichtlich der Artenzahl der Insekten und Vögel gegenüber Südasien und Südamerika zurücksteht, so ist die Ursache darin zu erblicken, daß hier die Vegetation bei weitem nicht so reichhaltig und mannigfaltig entwickelt ist, wie in jenen Ländern. Nur im westlichen Afrika, wo wir ausgebreiteten Hochwald finden, sind die Bedingungen für eine reichere Vogel- und Insektenwelt vorhanden. Im übrigen Afrika begünstigte das Fehlen hoher von Ozean zu Ozean in latitudinaler Richtung sich erstreckender Gebirge und überhaupt der Mangel sehr hoch gelegener Landschaften von größerer Ausdehnung sowie vor allem der Zusammenhang der großen schwach gewellten Gebiete in allen Teilen des Kontinents zusammen mit dem ziemlich gleichmäßigen Klima nach K. Dove[2]) ungemein die Ausbreitung der gleichen Formenkreise aus der Großtierwelt über weite Strecken des Weltteils, ja in einzelnen Fällen sogar über Gesamtafrika mit Ausnahme der völlig wüsten Striche. „Die eigenartige Regenverteilung aber, die wieder die Hauptursache offener Landschaften ist, diente so ebenfalls zur wesentlichen Verbreitung der ungeheuren Menge von Weidetieren der verschiedensten Art, welche die endlosen Savannen und Steppen der Hochländer bevölkerten. Wir finden deshalb die Hauptunterschiede in der Zusammensetzung der Tierwelt innerhalb dieses großen Erdteils nicht etwa zwischen dem äußersten Süden und den nördlichsten Randgebieten, sondern vielmehr zwischen dem offenen Lande, einerlei ob Wüstensteppe oder reiche, ja parkartige Graslandschaft, und der Zone der geschlossenen Urwälder in den äquatorialen Strichen." Dabei müssen wir aber mit Leo Waibel[1]) den Umstand berücksichtigen, daß der Urwald an Großtieren hinsichtlich Arten- und Individuenzahl arm, die offenen Landschaften dagegen an diesen reich sind. Wenn daher Wallace im Gegensatz zu den übrigen Gebieten eine westafrikanische Tierregion aufstellt, so besagt diese Einteilung, wie M. C. Engell[2]) treffend bemerkt, nichts anderes, als daß eben gewisse Tierformen dem Leben in Waldgegenden, andere dem Leben in offenen Steppengegenden angepaßt sind. Es liegen aber der Wallaceschen Einteilung keine geologisch-genetischen Ursachen zugrunde, und wenn eine Anzahl Tierformen Westafrikas auf Indien hinweisen,[3]) so ist der Grund hiervon darin zu erblicken, daß diese einst nach Osten hin eine weitere Verbreitung besessen haben, daß sich aber, als im Laufe des Pliozäns und Diluviums die Wälder im Osten sich lichteten, die an den Schutz der Hylaea angepaßte Tierwelt nach Westen zurückzog, bzw. nur dort erhalten blieb.

Im allgemeinen trägt die Tierwelt Afrikas ein ostfestliches Gepräge; sie bildet aber doch den am eigentümlichsten abgesonderten festländischen Faunakreis innerhalb des Küstenzugs der Ostfeste. Denn nie sind in diesen Raum eingezogen Bären, Wölfe, Hirsche, Marder, Maulwürfe, auch keine echten Rinder, Schweine, Ziegen, Schafe, Kamele, ehe der Mensch Tiere dieser Gruppen für seinen Gebrauch einführte.[4]) Mit der indischen Welt aber wird das äthiopische Tiergebiet, wie wir sehen werden, eng verknüpft, und zwar bezüglich der höheren Tierwelt durch die menschenähnlichen Affen, die echten Zibetkatzen, Linsangs, Palmzibetkatzen, Honigdachse, Elefanten, Nashörner und Schuppentiere, die Nagetiergattungen *Nannosciu-*

[1]) Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. Jena, 1921. S. 67.

[2]) Wirtschaftsgeographie von Afrika. Jena 1917, S. 48, 49.

[1]) Urwald, Veld, Wüste. Breslau 1921. Vgl. auch: L. Waibel, Lebensformen und Lebensweise der Tierwelt im tropischen Afrika. Versuch einer geographischen Betrachtungsweise der Tierwelt auf physiologischer Grundlage. Mitt. d. Geogr. Ges. zu Hamburg Bd. 29, 1913 (Heidelberger Doktor-Dissertation).

[2]) Verbreitung und Häufigkeit des Elephanten und Löwen in Afrika. Petermanns Mitteilungen Erg.-Heft Nr. 171. Gotha 1911.

[3]) Vgl. M. Schlosser, Die fossilen Säugetiere Chinas nebst einer Odontographie der rezenten Antilopen. Abh. d. kgl. Bayr. Akad. d. Wissenschaften II. Kl., 22. Bd., I. Abt. München 1903.

[4]) Vgl. Kirchhoff, Pflanzen- und Tierbreitung. Prag, Wien, Leipzig 1899.

rus, *Golunda* und *Atherura*, sowie eine Anzahl von Vogelfamilien bzw. -gattungen, so z. B. Bart-, Nashornvögel und Honigsauger.

Treten wir zunächst der Beantwortung der Fragen näher, warum die genannten Tierfamilien nicht in das transsaharische Afrika gelangt sind, und warum andererseits in Afrika so viele Tierarten, deren Entstehungsgebiet Asien war, wo sie indessen ausgestorben sind, heute noch fortleben und sich, wie die Antilopen daselbst, zu einer Formenfülle ohnegleichen fortentwickelt haben.

Das Fehlen der Maulwürfe (*Talpidae*) erklärt Lydekker[1]) dadurch, daß diese Tiere nur langsam zu wandern vermögen, und daß sie daher nicht imstande gewesen sind, innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Periode dorthin einzudringen, d. h. zu der Zeit, als die Verbindung mit anderen Regionen eine solche war, daß diese Tiere in den Zwischengebieten hätten leben können. Die echten Maulwürfe fehlen ja bekanntlich auch in Indien! Sehr wichtig erscheint mir indessen die Tasache, daß die Maulwürfe der paläarktischen Region in Äthiopien — und nebenbei bemerkt auch in Australien — durch Tiere von ähnlicher Lebensweise vertreten werden, und zwar durch die Goldmulle (*Chrysochloris*) und die sogenannten Kapmulle (*Bathyergus*), die den klimatischen, edaphischen und somit auch den Vegetationsverhältnissen Afrikas weit besser angepaßt sind als die nordischen echten Maulwürfe.[2]) Dasselbe gilt wohl auch von den echten Schweinen, die in Afrika ebenfalls durch besser angepaßte, wenn im allgemeinen auch ältere, z. T. sogar sehr alte Typen, wie *Hylochoerus*, vertreten werden; und was unser Wildschwein anlangt, so ist von diesem bemerkenswert, daß es auch in die asiatischen Tropen südlich des Himalaya ebensowenig eingedrungen ist wie nach Zentralafrika, wohin es leicht von Ägypten her, wo sich die Wildschweine jahraus jahrein in den Zuckerrohrfeldern auch ohne jeden Wald wohlfühlen, hätte gelangen können. Es hat sich eben freiwillig nicht den Tropen angepaßt, sondern wird hier von anderen Arten vertreten.

Sehr einfach liegen die Verhältnisse ferner bezüglich des Kamels, welches aus dem Grunde nicht nach Südafrika über den feuchtschwülen Äquatorialgürtel dringen konnte, weil seine Verbreitung überall da aufhört, wo die absolute Feuchtigkeit im Monatsmittel mehr als 12 mm beträgt, wie Lehmann nachgewiesen hat.

Die Abwesenheit von Ziegen und Schafen — mit Ausnahme einer *Capra*-Art in den Hochländern Abessiniens und von *Hemitragus* in Oman im südöstlichen Arabien — ist wohl einfach dadurch zu erklären, daß diese Tiergruppen Bergtiere sind, die nur bei verhältnismäßig niedriger Temperatur von einer Gebirgskette zur anderen übergehen können. Spuren einer echten Kälteperiode fehlen aber im äthiopischen Afrika. Auf die gleiche Weise, wie bei den Ziegen und Schafen, erklärt sich wohl auch die Abwesenheit von Murmeltieren (*Arctomys*), Zieseln (*Spermophilus*), Backenhörnchen (*Tamias*), Bibern (*Castoridae*), Feldmäusen (*Microtinae*) und Pfeifhasen (*Lagomys*), da diese Tiere sämtlich Bewohner hochgelegener oder nördlicher Gegenden sind. Dasselbe gilt, im allgemeinen wenigstens, auch von den Bären. Mit Ausnahme des Lippenbären, der eine besondere Gattung (*Melursus*) bildet, gibt es im eigentlichen Indien keine Bären, wenn auch eine mit dem Lippenbären verwandte Art in den Siwalikschichten gefunden wurde. „Unter diesen Umständen", bemerkt Lydekker, „und mit Rücksicht auf das Fehlen fossiler Bären in den Ablagerungen von Pikermi und Persien ist es durchaus nicht zu verwundern, daß diese Tiere während der ganzen pliozänen Wanderung nicht nach Äthiopien eingedrungen sind", auch wenn sie z. T. Gegenden bewohnen, in denen kein Wald vorkommt.

Wenn wir nun bedenken, daß doch Südasien, insbesondere Vorderindien, wahrscheinlich die Urheimat der Flußpferde, Giraffen, Strauße, Antilopen, Menschenaffen und anderer Tiere gewesen ist, so erscheint die Tatsache auf den ersten Blick sehr merkwürdig, daß diese Tierwelt in Südasien z. T. verschwunden ist, wie z. B. Giraffen, Flußpferde, Strauße, während sie sich in Afrika, wohin sie erst verhältnismäßig spät eingewandert sind, erhalten haben.[1]) Was die Mehrzahl der in Asien ausgestorbenen Charaktertiere anlangt, so handelt es sich um Steppen- bzw. Savannentiere, die den Urwald meiden. Sie könnten daher heute in Vorderindien noch ebenso leben wie in Afrika; Klima und Pflanzenwuchs würden das ohne weiteres ermöglichen. Wenn die genannten Tiere in Südasien trotzdem ausgestorben sind, so bleibt uns hierfür keine andere Annahme übrig, als daß durch eine Klimaänderung die ursprüngliche Baumsteppe sich zu einem tropischen Regenwald verdichtete, dem die der Steppe und Savanne angepaßten Tierformen weichen mußten. Dieses Ausweichen kann aber in der Hauptsache nur nord- und westwärts stattgefunden haben. Als dann gegen die Eiszeit hin von Norden her Temperaturerniedrigung und Sommertrockenheit eintrat, die Regenwälder des in Frage kommenden Gebietes sich also wieder zu Savannen und Steppen lichteten, mußte wohl infolge der durch die gewaltigen geotektonischen Vorgänge der Tertiärzeit hervorgerufenen Klimaverschlechterung am Nordrande des orientalischen Faunenreiches die für Savanne und Steppe charakteristischen Tierwelt größtenteils verschwinden,

[1]) Die geographische Verbreitung und geologische Entwicklung der Säugetiere. 2. Aufl. Jena 1901. S. 315.

[2]) Vgl. hierüber: Brehms Tierleben, 4. Aufl., Bd. I, sowie Hilzheimer, Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1913.

[1]) Mit Afrika teilt Arabien heute noch den Strauß, die Paviane, Klippdachse, Schakal, Hyäne, Baisaantilope, Gazellen u. a. Der Löwe ist dagegen in Arabien ausgerottet und nur noch in Persien und Nordwestindien auf asiatischem Boden zu finden.

so daß Indien infolge vorübergehender Urwaldbedeckung nicht als Erhaltungsgebiet für dieselbe bis auf den heutigen Tag in Frage kam. Was aber von der Pikermifauna im Norden an Wald- oder Gebirgstieren während der Waldperiode nicht den Anschluß gefunden hatte bei der großen Südwärtsbewegung des Klimas und des Lebens, das blieb dem transsaharischen Afrika für immer fern.

Fragen wir nun nach den Gründen der Änderungen des Klimas, so muß man sich von vornherein darüber klar sein, daß bloße Änderungen in der horizontalen Konfiguration von Festland und Meer allein diese unmöglich hervorrufen konnten, zumal da sie seit der Mitte der Tertiärzeit gar nicht von besonders großem Ausmaße gewesen sind. Es bleibt uns daher nur die Annahme übrig, daß die in Frage kommenden Länder zur Tertiärzeit eine andere Lage zum Äquator und Pol hatten und zwar eine sehr wechselnde, die etwa in dem Sinne vor sich gegangen sein dürfte, wie sie uns die Wegnersche Verschiebungshypothese plausibel machen will. Ob diese Theorie in allen ihren Konsequenzen richtig ist, soll uns hier nicht weiter kümmern. Nur das sei gesagt: Wenn sie irgendwo zu Recht besteht, dann ist das in dem Gebiet von Ostafrika und Arabien der Fall, wo das Auseinanderreißen der beiden Festländer durch Einsenkung des Roten Meeres, des gewaltigsten Teiles der ostafrikanischen Grabenversenkung, ganz offensichtlich ist.

Das Urwaldklima war aber wohl auch für das Aussterben des Flußpferdes in Südasien z. T. mit maßgebend, denn in den meilenweit von einem bis an beide Ufer herantretenden Baumwuchs beschatteten Urwaldströmen findet sich im allgemeinen nicht das typische Flußpferd, sondern in der Regel in den offenen Gewässern der Savannen und Steppen. Auf asiatischem Boden aber lebte das Flußpferd noch in historischer Zeit, und zwar im Jordan. Eine eigentlich diluviale Kältewelle hat Indien nicht betroffen; eine gewisse Verarmung der Großtierwelt ist hier in der Hauptsache das Werk eines Wechsels zwischen einem tropischen und subtropischen Regenregime und seiner Folgen für den Pflanzenwuchs, d. h. für Regenwald oder Savanne. Da über Vorderasien zudem der ozeanische Typus des Subtropenklimas mit Niederschlägen in der kälteren Jahreszeit herrscht, und die Niederschläge selbst nicht gerade reichlich sind, so ist es kein Wunder, wenn u. a. auch das Flußpferd im Laufe des Pleistozäns mit Ausnahme des Jordantales auf asiatischem Boden schließlich gänzlich ausstirbt.

Diese Erwägungen führen vor allem aber auch die Tatsache vor Augen, daß trotz allen Ausbreitungsdranges, welcher für die Organismen „Leben" im wahren Sinne des Wortes bedeutet, die Tierwanderungen z. T. doch einen recht passiven Charakter haben können. Die durch Änderungen der Pollage bedingten Wanderungen der Klimazonen und die dadurch hervorgerufenen Änderungen der Vegetation bilden den Hauptanstoß für die Bewegungen. Finden die zur Wanderung gezwungenen Tiere einen ungehinderten Ausweg, der es ihnen erlaubt den Länderstrichen zu folgen, auf denen das Klima und seine Wirkungen und mithin auch die Existenzbedingungen für die Tierwelt die gleichen bleiben, so ist deren Fortbestehen, wenn kein Konkurrenzkampf, sonstige übermächtige feindliche Agentien, Überspezialisierung die Arten bedrohen, gesichert, andernfalls geraten sie in tellurisch bedingte Sackgassen, in denen sie den Folgen der geänderten Klimawirkungen erliegen. Die großen Tierreiche der Erde sind also nichts anderes als die großen natürlichen Reservate, auf die der moderne Naturschutz einer geistig und moralisch hochstehenden Menschheit alle Rücksicht noch weit sorgfältiger zu nehmen hat als bisher. Denn alles, was durch sein Verschulden vernichtet wird, ist unwiederbringlich für immer dahin!

Am meisten Kopfzerbrechen hat den Tiergeographen das Fehlen der Hirsche in Afrika südlich der Sahara bereitet, während das waldreiche Südasien, von dem Afrika so viele Tiere bezogen hat, geradezu als die Region der Hirsche bezeichnet wird. Allerdings sind die südasiatischen Hirsche auf verhältnismäßig niedriger Entwicklungsstufe stehen geblieben: es sind ältere, durch die Umgestaltung der Naturverhältnisse der Paläarktis nach Süden abgedrängte Formen. Der Grund des Fehlens der Hirsche in Äthiopien dürfte darin zu erblicken sein, daß die nahe verwandten Antilopen, unter denen sich doch sehr hirschähnliche, wie z. B. Kudu, Bongo und Wasserbock [1]) befinden, jene nicht aufkommen ließen, denn es ist geradezu ein Grundsatz der Tierverbreitung, daß Tierarten ihr Gebiet von ähnlich Gearteten rein halten. Treffend sagt Adolf Fischer, ein scharfer Tierbeobachter in seinem schönen Buche: „Menschen und Tiere in Deutsch-Südwest" (Stuttgart und Berlin 1914): [2]) „Wie die Oryx die Südkalahari gegen Kuhantilopen sperren, Kudus auf Inseln stehen, die keine andere Großantilope betritt, Zebras und Wildpferde anscheinend nie unter gleichem Himmel lebten, schwarze und weiße Nashörner keine Gemeinschaft pflegen, so ist das eigentliche Antilopenland, Afrika, frei von Hirschen geblieben". Ad. Fischer ist aus guten Gründen der Ansicht, daß Kudus und verschiedene Kleinantilopen (Ducker, Steinbock, Blaubock, Klippspringer) Spätlinge des Feldes sind und den Nachschub

[1]) Die Mendesantilope (*Addax*), die den losen Wüstensand tritt, erinnert in ihrem Fußbau und sonstigem ganzen Habitus stark an das über das weiche Schneefeld des Nordens dahinschreitende Renntier.

[2]) Unter den neueren Werken liefern in erster Linie reichen Stoff für eine ökologische Tiergeographie die folgenden: Steinhardt, Vom wehrhaften Riesen und seinem Reiche. Hamburg 1922. Schomburgk, Bwakukama. Berlin 1922. J. von Oertzen, In Wildnis und Gefangenschaft. Berlin 1913. W. Kuhnert, Im Land meiner Modelle. Leipzig 1918. Bronsart v. Schellendorf, Afrikanische Tierwelt 1—5.

des großen Zuzuges bildeten. „Vielleicht erlebten sie noch die nachdringenden Hirsche, hielten mit anderen Antilopen die Nordgrenze des Landes besetzt, nahmen Wasser und Äsung in Anspruch, so daß die Neuen keinen Raum fanden, sich nicht festsetzen konnten, auf den Weitermarsch südwärts verzichteten." In der Tat erscheint der hier vorgetragene Gesichtspunkt als der natürlichste, denn in Südamerika, wo die Antilopen überhaupt fehlen, haben die Hirsche vom Nordkontinent her in zahlreichen Arten ihren Weg selbst bis in die Pampas des äußersten Südens gefunden. Wenn sich aber in Afrika die Antilopen ebenfalls bis zum äußersten Süden verbreiten konnten, so ist die von Forschungsreisenden mehrfach vertretene Ansicht, daß der tropische Regenwald vor nicht langer Zeit vom Guineabusen bis zur Ostküste ohne Unterbrechung gereicht habe, nicht richtig, denn Steppentiere vermögen keinen breiten Urwald zu passieren. Auch aus klimatischen Gründen ist bei der seit der Pliozänzeit bestehenden Festlandsverschiebung im Osten Afrikas ein in der Äquatorialzone von Küste zu Küste sich erstreckender Regen-Urwald ein Ding der Unmöglichkeit. So konnte denn die Afrika wahrscheinlich hauptsächlich im Pliozän zugewanderte artenreiche Huftierwelt sich bis zur Südspitze des Kontinentes verbreiten und das Land wurde zu dem an Säugetieren reichsten der Erde. Der an salzhaltigem Kalk reiche Boden der Steppen mit seinem zumeist sehr üppigem Graswuchs mußte die körperliche Entwicklung dieser Tierwelt begünstigen, denn ohne ihn wäre, wie Passarge[1]) bemerkt, die Extraktion so enormer Mengen von Kalksalzen zum Aufbau des Knochengerüstes der Millionen von Großtieren kaum möglich gewesen. Wir dürfen aber auch nicht vergessen, daß Südafrika, im Gegensatz zu den Steppen der Nordhalbkugel, im Winter keine Niederschläge empfängt, weil es dann im Wirkungsbereich des subtropischen Hochdruckgürtels zu liegen kommt, und somit dem Wild und Weidevieh ein durch keinerlei Nässe verdorbenes Futter bietet, vielmehr ein „Heu auf dem Halm", wie Karl Dove zuerst treffend gesagt hat.

Wir haben jedenfalls in Afrika den typischen Fall vor uns, daß durch Herstellung einer einstigen engeren Landverbindung mit den Nachbarkontinenten im Nordosten die Fauna an Formenreichtum zugenommen hat.[2])

Ist somit Afrika der Bergeraum für eine Tierwelt von wesentlich pliozänem Gepräge geworden, so hat die indomalaiische Fauna am besten den ehemaligen Charakter der europäischen Miozänfauna in merkwürdiger Reinheit bewahrt, wenn auch die Gattungen und Arten naturgemäß andere geworden sind. Das war aber nach O. Abel[1]) nur dadurch möglich, daß sich in diesem Gebiete die Lebensverhältnisse für die Säugetiere seit der Miozänzeit nur ganz unbedeutend verändert haben. In der Tat erinnerte ja auch Europa im Miozän geographisch stark an Insulinde. Der miozäne Charakter der Tierwelt Südasiens ist nach Abel ein Beweis dafür, daß die hier lebenden Tiere verweichlichte Typen sind, die einer durchgreifenden Änderung des Klimas und deren Folgen ebenso zum Opfer fallen würden, wie es mit den miozänen Säugetieren Europas der Fall war. Die Pikermifauna hat sich unter solchen Umständen in Afrika bis auf den heutigen Tag in ähnlicher Weise erhalten, wie es mit der Miozänfauna in Insulinde der Fall war, nur mit dem Unterschiede, daß die Gegensätze zwischen der unterpliozänen Tierwelt Europas und der lebenden Tierwelt der Massaisteppe noch viel geringer sind als zwischen der Miozänfauna Europas und der lebenden Fauna des indomalaiischen Archipels (Abel).

Was den Tapir anlangt, so konnte sich dieser Vertreter einer veralteten Huftiergruppe in Teilen von Insulinde ebenso wie in Mittelamerika erhalten, weil ihm in diesen Gegenden moderne Huftiere, namentlich artiodaktyle und monodaktyle, nicht zu sehr Konkurrenz machten. In Afrika würde seine Existenz bei dem ungeheuren Reichtum an etwa gleich großen modernen Huftieren kaum möglich sein.[2]) Vor allem nehmen hier das Zwergflußpferd und das Okapi hinsichtlich ihres Aufenthaltsortes und ihrer Lebensweise seine Stelle ein. Interessant ist aber außer bei den Tapiren auch die gleiche diskontinuierliche Verbreitung der unter sich sehr nahe verwandten Entenarten: *Cairina* und *Asarcornis*, die beide reine Waldbewohner sind und nicht übers Meer fliegen. Es handelt sich in allen diesen Fällen um Relikte von erdgeschichtlich früh auftretenden Formen.[3])

Bezüglich der Säugetiere ist der Formenreichtum des indomalaiischen Tiergebietes im allgemeinen entschieden etwas geringer als in Afrika und Südamerika. Der geringere Formenreichtum hat nach Dahl aber, zum Teil wenigstens, schon darin seinen Grund, daß die Geländeformen auf den Sundainseln sehr einförmig sind; fehlen doch höhere Gebirge und Wüsten auf den Sundainseln ganz, während sie in Afrika reichlich vorhanden sind. Sonst sind die Sundainseln, soweit sie noch ihr ursprüngliches Gesicht zeigen, mit Urwald oder mit Alang-Alang bedeckt.

In Afrika neigt alles Tierleben mehr zu Steppenformen; der Urwald ist hier mehr als sonst nur Bergeraum oder Erhaltungsgebiet für primitivere Formen geworden. Es sei nur an Gorilla und

[1]) Aus dem Tierleben in der mittleren Kalahari. Naturw. Wochenschr. 1905, Nr. 22.

[2]) Für Südamerika das Gegenteil annehmen zu wollen, wie Fr. Dahl (a. a. O.) tut, ist nicht unbedingt richtig, da das Aussterben der eigentümlichen südamerikanischen Huftierwelt und von Riesentieren anderer Art daselbst andere, d. h. klimatische Ursachen hatte und wohl weniger auf Konkurrenzkampf und Bedrohung durch neue zugewanderte Feinde aus der Raubtierwelt zurückzuführen ist. Vgl. den Aufsatz des Verf.: „Alfred Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen und die Tiergeographie". Naturw. Wochenschr. 1922, Nr. 24.

[1]) Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena 1922, S. 203/04.

[2]) Vgl. Dahl, a. a. O.

[3]) O. Heinroth, Journal f. Ornithologie 1922, S. 241.

Schimpansen, an das Okapi, das westafrikanische Zwergflußpferd, das Merkmale von *Sus*, *Potamochoerus*, *Eusus* und *Babirussa* tragende, erst 1904 entdeckte Waldschwein (*Hylochoerus meinertzhageni Thos.*), sowie an *Dorcatherium aquaticum*, das Wasserzwergmoschustier, den einzigen Vertreter der Traguliden außerhalb Südostasiens, erinnert, dem eine den indomalaiischen Prachtdrosseln verwandte Pitta-Art und Halbaffen Gesellschaft leisten und so für eine einst ununterbrochene Hylaea vom Guineabusen bis Insulinde sprechen. Aber nicht nur in der Menge der Antilopen, Giraffen, Büffel, Zebras, der grabenden Nager, der Zahnarmen tritt uns in Afrika der Steppen- oder Savannencharakter entgegen, sondern hier zeigt sich auch in echt tropischen Vertretern als südasiatischen Reminiszenzen eine gewisse Emanzipation vom Waldleben. So ist der afrikanische Elefant, obwohl noch mehr „Baumfresser" als sein indischer Vetter, doch mehr Tier der Baumsteppe, und was die Nashörner anlangt, so unterscheiden sich die afrikanischen in der Lebensweise in mancher Hinsicht von den indischen. Es liegt das nach Sokolowsky[1]) an ihrem Aufenthaltsort in steppenartigen Gegenden, und zwar sind die asiatischen als Waldtiere als die ursprünglicheren anzusehen, die sich im allgemeinen den Tapiren in ihrem Benehmen anschließen; sie besitzen außerdem als Bewohner der Walddickichte einen panzerartig von mächtigen Hautdecken umhüllten plumperen Körper, der den Tieren als Widerstand beim Durchbrechen des Dickichts dient und ihnen das vorweltliche Aussehen verleiht. Die afrikanischen Nashornarten dagegen besitzen als Steppenbewohner eine wenn auch dicke, so doch glattere Haut, deren Beschaffenheit ohne weiteres, d. h. nicht erst durch das Vorhandensein weicher Falten an den Gelenken, wie es bei den asiatischen Verwandten der Fall ist, eine ausgiebige Bewegung gestattet. Auch im Kiefer- und Zahnbau erweisen sich die südasiatischen Nashornarten als primitiver.[1])

Betrachtungen wie die vorstehende, auch wenn sie wie diese nur skizzenhaft oder aphoristisch sind, dächte ich, zeigten zur Genüge, daß die Biogeographie ein notwendiger Bestandteil der Erdkunde wie der Biologie ist, der die Wissenschaft von den Lebewesen überhaupt erst abrundet und dem allgemeineren Interesse und Verständnis erschließt. Sie allein stellt, in ihrer Vollständigkeit erfaßt, von physiognomischen, ökologischen und erdgeschichtlichen Gesichtspunkten aus die großen Zusammenhänge wichtiger allgemeiner Züge her, deren Fülle, Buntheit und Schönheit einen Hauptreiz des naturwissenschaftlichen und erdkundlichen Studiums ausmacht und mit in allererster Linie geeignet ist, den Menschen auf einen höheren Standpunkt der Moral allen Geschöpfen und zuletzt nicht zum mindesten seinesgleichen gegenüberzustellen. Solche Betrachtungen wirken anregend auf den Natursinn des Menschen und schulen das kausale biologische Denken, indem sie zum Bewußtsein der habituellen Verschiedenheit der eine Gegend bewohnenden Lebewesen führen und somit einzig und allein auch die wahre Grundlage für den dringend notwendigen Schutz aller Vertreter der Tierwelt abgeben.[2])

[1]) Genossenschaftsleben der Säugetiere. Leipzig 1910, S. 96/97.

[1]) Vgl. Hilzheimer, a. a. O. S. 611/12.

[2]) Vgl. zu diesem Aufsatz auch: E. Stromer, Über die Bedeutung der fossilen Wirbeltiere Afrikas für die Tiergeographie. Verh. d. deutsch. zool. Ges. 1906, S. 204 ff., Leipzig 1906, sowie: Methoden paläogeographischer Forschung, erläutert an dem Beispiele einstiger Landverbindungen des afrikanischen Festlandes. Geogr. Zeitschr. Bd. 26, S. 287 ff., 1920.

Die Ausbreitung des Menschengeschlechtes.

[Nachdruck verboten.] Von **J. Bayer**, Wien.

Die Frage, woher der Mensch gekommen ist, läßt sich naturwissenschaftlich damit beantworten, daß er zweifellos ein Glied der Säugetierwelt ist und einen gleichen Entwicklungsgang wie diese durchgemacht hat. Damit wollen wir uns aber hier nicht beschäftigen, sondern mit dem Problem der Ausbreitung des fertigen Genus homo, soweit sie sich durch reale Unterlagen, also Funde seiner körperlichen Überreste und manueller Äußerungen, feststellen läßt.

Unsere erste Fragestellung wird also lauten: In welchem Gebiete der Erde finden sich die ältesten Spuren vom Menschen und in welche Zeit fallen sie.

Nach der bisherigen Ansicht wäre die älteste bekannte Kultur, das Chelléen, fast über die ganze Erde verbreitet gewesen, denn man hat die Werkzeuge vom Typus Chelles außer in Europa auch in Afrika, Asien und Amerika gefunden.

Sonach hätte der älteste bekannte Mensch, der Neandertaler, schon von dem größten Teile der Erde Besitz ergriffen und eine Lokalisierung der Menschwerdung oder wenigstens Kulturentstehung wäre angesichts dieses ungeheuer ausgedehnten Verbreitungsgebietes nicht durchzuführen.

Nun habe ich aber im Jahre 1918 zu zeigen versucht, daß dem tatsächlich nicht so ist, sondern daß sich das echte alte Chelléen auf ein relativ ganz kleines Gebiet der Erde im äußersten Westen der alten Welt beschränkt. Ich vertrete seit damals die Ansicht, daß alle Faustkeilkulturen außerhalb dieses Gebietes jünger sind und zwar in dem Maße jünger, als das betreffende Gebiet von jenem Ausgangspunkte entfernt ist. Wie das zu verstehen ist, daß dabei die geographischen Verhältnisse in hohem Maße für die Ausbreitung ausschlaggebend sind und es sich nicht um eine reine Mathematik der Entfernung

handelt, versteht sich von selbst. So ist z. B., da natürlich in erster Linie Landausbreitung in Betracht kommt, Ostasien früher von diesem Menschen betreten worden als Amerika, Nordamerika früher als Südamerika.

Diese Ansicht habe ich damit begründet, daß die Funde vom Chelles-Charakter in dem genannten Gebiete der Erde die geologisch absolut ältesten sind und sich für die außerhalb dieses Gebietes gelegenen sowohl geologisch wie typologisch ein jüngeres Alter erweisen läßt.

Hier nur einige Hinweise: Das Prächelléen und Chelléen Westeuropas gehört der einzigen Zwischeneiszeit des Diluviums an, welche faunistisch durch Elephas meridionalis, Rhinoceros etruscus usw. im älteren, durch Elephas antiquus und Rhinoceros Merckii im jüngeren Abschnitt charakterisiert wird.[1]) Nirgends finden sich sonst so alte Spuren, denn schon das ägyptische „Altpaläolithikum" läßt sich höchstens bis in den älteren Abschnitt der jungquartären Eiszeit (Riß- und Würmeiszeit Pencks), das syrische nur mehr in den mittleren oder jüngeren derselben Eiszeit zurückverlegen und die verwandten amerikanischen Funde reichen wahrscheinlich nicht viel weiter als in das Frühalluvium zurück.

Ich habe dieses Pseudo-Altpaläolithikum nach den von mir bei Askalon untersuchten reichen und eindeutigen Fundplätzen „Askalonien" genannt.[1])

Dieses Askalonien ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, von größter Wichtigkeit für die Frage der Ausbreitung der Menschheit, nicht minder aber auch für die gesamte Kulturentwicklung.

Es lehrt uns die Dinge nun mit ganz anderen Augen zu sehen wie bisher, wie ich hier nur flüchtig der Hauptsache nach andeuten will.

So war es z. B. schon lange aufgefallen, daß die Geräte des Altpaläolithikums, des Solutréen und Neolithikums eine gewisse Verwandtschaft in typologischer und technischer Beziehung zeigen. Da aber diese Kulturphasen nicht nur zeitlich weit auseinanderliegen (besonders für den, der noch an Pencks Darstellung des Eiszeitalters glaubt), sondern auch durch ganz anders geartete Kulturen getrennt werden — Aurignacien und Magdalénien — Azilien — konnte man sich schwer entschließen, darin mehr als zusammenhangslose Wiederholungen zu sehen.

Das Askalonien hellt nun die Situation blitzartig auf. Es läßt erkennen, daß in gewissen Gebieten der Erde die altpaläolithische Entwicklung ungestört in langsamem Tempo weitergegangen ist. Die ihre europäischen Erscheinungen trennenden Kulturphasen aber deuten an, daß wir es im Diluvium nicht allein mit diesem Faustkeilkulturkreis zu tun haben, sondern daß eine zweite, bei ihrem Erscheinen von der ersten unabhängige Rassen- und Kulturgruppe existierte, deren ursprünglicher Zusammenhang mit der ersteren, wenn ein solcher überhaupt besteht, jedenfalls in eine Zeit zurückgeht, wo der Begriff „Mensch" noch nicht herausgebildet war.

Ich nannte die erste Gruppe nach dem wichtigsten Gerät „Faustkeilgruppe", die zweite nach demselben Gesichtspunkte „Klingengruppe".[1])

Mit diesen beiden Kulturen haben wir von nun an zu operieren und wir werden die ganze altsteinzeitliche Menschheitsgeschichte der Hauptsache nach als nichts anderes kennen lernen, als ein durch die klimatischen Verhältnisse bedingtes Hin- und Herwogen dieser beiden Rasse- und Kultursphären und zeitweise Mischungen, auf welchen der ganze grandiose Aufstieg der Menschheit im Alluvium letzten Endes beruht.[2])

Der enge Raum verbietet uns, hier mehr als eine ganz kurze Skizze zu geben, eine ausführliche Darstellung ist in Vorbereitung.[3])

Um den Verlauf dieses Phänomens zu verstehen, ist es also notwendig, den geologischen Verlauf, genauer gesagt, klimatologischen Wechsel während des Diluviums in die Betrachtung einzuschließen, denn nur dieser enthüllt uns die tieferen Gründe der so gewaltigen Veränderungen in den Herrschbereichen der beiden Kulturgruppen.

Wir werden dabei sehen, daß die Verschiebungen der klimatischen Zonen in der Steinzeit regelmäßig Verschiebungen der Kulturzonen ausgelöst haben.

Die ältesten Zeugnisse sicheren Menschentums liefert die Faustkeilkultur. Nicht, daß sie die absolut ältere wäre, aber als die Südgruppe war ihr Schauplatz von den Verheerungen der Eiszeit verschont und so blieben ihre Spuren erhalten. Dies ist bekanntlich in Westeuropa der Fall, wo sie, wie oben erwähnt, bis etwa in die Mitte des Interglazials zurückreichen.

Inwieweit diese älteste Kultur auch in Nordwestafrika beheimatet ist, läßt sich mangels genauerer Erforschung noch nicht sagen.

Jedenfalls hatte diese früheste Menschheitsschichte eine Verbreitung bis England, gegen Osten bis an den Rhein und im Süden über

[1]) Nach meiner neuen Einteilung des Eiszeitalters in zwei Eiszeiten und ein Interglazial, worüber meine Arbeit „Kritische Gruppierung und Neubenennung der Abschnitte des Eiszeitalters" im nächsten Mannushefte Aufschluß gibt.

[1]) Der Kulturverlauf im Steinzeitalter. Zeitschr. f. Ethnolog. 1919, S. 171.

[1]) A. a. O. S. 177; diese Bezeichnung wendet nun erfreulicherweise auch K. Olbricht an (s. diese Wochenschr. Nr. 27, S. 377); leider steht auch er auf dem unrichtigen Standpunkte der Penckschen Chronologie mit „warmem Moustérien", was u. a. zur Folge hat, daß seine Schätzungen der absoluten Dauer der Kulturstufen viel zu hoch gegriffen sind.

[2]) Natürlich fällt mir nicht ein, es für absolut ausgeschlossen zu halten, daß noch weitere „Urkulturgruppen" existieren.

[3]) Das Buch wird unter dem Titel „Der Mensch im Eiszeitalter" im Verlage von F. Deuticke, Wien-Leipzig, erscheinen.

Spanien. Im übrigen Europa ist sie bisher nicht erwiesen.

Eine weitere Ausbreitung zeigt schon die nächste Kulturphase, das Acheuléen, indem es sich bereits bis gegen Osteuropa hin vorschiebt. Eine ähnliche Verbreitung kommt dem Moustérien zu, das sich indes keineswegs in einheitlicher Ausprägung, sondern vielmehr in stark lokalgefärbter Entfaltung verfolgen läßt, wenn auch gewisse Werkzeugformen und der geologisch-paläontologische Befund die Identifizierung dieses Horizontes auf weite Strecken hin in unzweifelhaft sicherer Weise gestatten. Aus der Fauna geht klar hervor, daß es einer Eishochstandszeit angehört. Es ist der erste Vorstoß der jungquartären Eiszeit.

Die Zersetzung des Altpaläolithikums in Europa.

Erscheint das Chelléen als einheitliche Kultur, so zeigt das Acheuléen und besonders das Moustérien gewisse fremdartige Züge. Die technische Tendenz ändert sich zusehends und stellt sich mehr und mehr auf die (dann im Jungpaläolithikum herrschende) Klingentechnik ein.

Daß diese Entwicklung im Süden, z. B. in Spanien, später vor sich ging als am Kontinent, zeigt ebenfalls an, daß wir im Acheuléen und Moustérien nur Phasen der Mischung der Nord- und der Südgruppe vor uns haben. Diese Mischung und ihre verschiedene Zeit im Norden und Süden versteht man sofort, wenn man sich die Klimaverhältnisse vergegenwärtigt: Während des Acheuléen verschlechtert sich das Klima, um im jüngeren Moustérien direkt hocharktisch zu werden.

Es wurde also die während des Interglazials in Nord- und Osteuropa lebende faustkeillose Kultur nach Süden gedrückt und sie vermischte sich in der Zeit des Anstieges zur Eiszeit, wie ich das 1919 darlegte.[1]) Ob hier im Norden ein Prämoustérien oder Präaurignacien vorhanden war oder beides und zwei Wellen nach Süden gegangen sind, möchte ich noch dahingestellt sein lassen, mir kommt es aber wahrscheinlicher vor, daß der Hauptsache nach nur eine Klingenkultur im Spiele ist, denn das Moustérien ist ja gegenüber Chelléen und Acheuléen keine selbständige Kultur, sondern in allen seinen charakteristischen Formen noch ein Glied des Altpaläolithikums, wie in bezug auf die (z. T. degenerierten) Fäustelformen, den Racloir usw. Erst was wir dann im Aurignacien vor uns haben, ist ganz neues Element in reiner Ausprägung, in dem nur in ganz verschwindendem Maße noch Erinnerungen an die verdrängte Kultur nachleben (z. B. Racloirformen im älteren Aurignacien).

Rückblickend ist also über das Altpaläolithikum bezüglich seiner Verbreitung zu sagen, daß es zuerst in Westeuropa auftritt (Prächelléen) und sich bis zum Moustérien über den größten Teil Europas ausbreitet, hinsichtlich seines Verlaufes, daß es vom Interglazial bis zur Höhe des ersten Eisvorstoßes der jungquartären Eiszeit dauert, in bezug auf seine Entwicklung, daß es seit dem Acheuléen sichtlich unter dem Einflusse der nördlichen Kulturgruppe steht, von der aber aus jener Zeit nichts erhalten ist.[1])

Sein ganzer Verlauf wird also von den klimatischen Verhältnissen diktiert.

Dort wo die Klingengruppe nicht mehr hinzuwirken vermag, in Afrika, scheint aber die Chelles-Entwicklung normal weitergegangen zu sein, wenngleich sie sich speziell in Nordafrika ihren Fernwirkungen nicht ganz zu verschließen vermochte, wie die Fäustelkulturen Ägyptens, Syriens usw. mit ihren jungpaläolithischen Begleitformen erkennen lassen.

Diese nachaltpaläolithische Entwicklung außerhalb Europas haben wir oben als „Askalonien" kennen gelernt.

Es dauert vom Verschwinden des reinen Altpaläolithikums aus Europa bis zum Wiedererscheinen seiner Formen im frühen Alluvium, umfaßt also die ganze jungquartäre Eiszeit. Hierher gehören sämtliche diluvialen, bisher für gleichaltrig mit dem Altpaläolithikum Europas gehaltenen Faustkeilkulturen außerhalb Europas.

Somit ist das Askalonien das Mittelglied zwischen der Makroindustrie des Altpaläolithikums und frühen Neolithikums, welche beide (ebenso wie in gewisser Beziehung das Solutréen) einer und derselben Familie angehören, der Faustkeilgruppe.[2])

Das Jungpaläolithikum.

Während sich die reine Chelleskultur beim Herannahen des Eises allmählich nach Süden verschiebt (Nordwest-Afrika), wohin sie sich schon während des Interglazials nicht unwesentlich ausgedehnt haben dürfte, tritt, offenbar durch den Moustier-Vorstoß in Bewegung gesetzt, die Klingenkultur in der Ausprägung des Aurignacien in Mittel- und Westeuropa auf den Plan, wo sie alsbald von Rußland bis zu den Pyrenäen dominierend wird. Ihrer durch die körperliche Beschaffenheit ihrer Träger hochgesteckten Entwick-

[1]) A. a. O. S. 177.

[1]) Hier tritt die große Differenz in den Anschauungen zwischen Breuil, Obermaier usw. und mir hervor, welche im Acheuléen und Moustérien selbständige Kulturen annehmen, die alle möglichen Wanderungen durchgemacht hätten und in verschiedener Fazies aufgetaucht wären (West-, Süd-, Ost-Acheuléen usw.). Hier also Kulturkreise, bei mir Randerscheinungen, Kulturzonen.

[2]) Die Reihe, Chelleskeil — z. T. Solutréeblattspitze usw. — Campignien-Faustkeil, neolithische Lorbeerblattspitze, ist also als geschlossen anzusehen, ebenso wie andererseits die von der ältesten Aurignacien-Klinge bis zu den Tardenoisienformen des Vollneolithikums. Die heutigen Endpunkte dieser Reihen sind Beil und Messer. Gegen diese Interpretation sprach bisher, wie erwähnt, der lange zeitliche Abstand, welcher zwischen Altpaläolithikum und Neolithikum angenommen wurde. Nachdem ich nun erweisen konnte, daß es sich nur um eine Eiszeit handelt, fügt sich alles harmonisch in diesen Gedankengang.

lung kommt zugute, daß sich die klimatischen Verhältnisse in Europa infolge Rückganges der Vereisung (Aurignac-Schwankung) längere Zeit beträchtlich besserten. Wir sehen in dieser Zeit eine hohe Blüte der Stein- und Knochenindustrie — sicher war auch die Holzindustrie sehr entwickelt — und der Kunst, eine Kultur, die aber sehr rasch in sich zerfallen wäre, wie später das Magdalénien, wäre nicht durch eben diese Klimabesserung eine Nordwärtsbewegung des Faustkeilgruppeneinflusses ausgelöst worden, die indes zu spät einsetzte — nämlich bei bereits sich wieder verschlechterndem Klima — um sich auf dem europäischen Kontinent dauernd halten zu können. Das Resultat dieser kurzen Nordwärtsbewegung — bei der ich vorläufig die Frage des Weges offen lasse und ob es Bewegung von Menschen oder nur von Ideen, Techniken war — ist das Solutréen.

Das Solutréen — eine Störung des jungpaläolithischen Entwicklungsganges.

Die Flächenbearbeitung ist eine fremde Technik in der Klingengruppenentwicklung, welche bisher mit Steilretusche gearbeitet hat. Nur die Unterlage, die Klinge ist geblieben. Das Solutréen fällt demnach aus dem Rahmen des Jungpaläolithikums heraus und ist keine normale Weiterentwicklung des Aurignacien, sondern eine Mischung südlicher Technik mit nördlicher Form.

Sie hält sich — und das ist bezeichnend — bis knapp zum Maximum des zweiten Vorstoßes der jungquartären Eiszeit, dann bricht ihre — aus nun begreiflichen Gründen — unmotiviert sprunghafte Entwicklung, wie es scheint, plötzlich ab, und die normale Fortsetzung des Aurignacien, das Magdalénien, erscheint auf dem Plan.[1])

Wäre diese Klimaverschlechterung nicht mehr eingetreten, so wäre es, wie man mit Sicherheit annehmen kann, schon vom Solutréen aus zur neolithischen Entwicklung in Europa gekommen, so hoch ausgebildet sind bereits in gewissen Gebieten die Soluträ-Formen, z. B. in Spanien, wo sie einen direkt neolithischen Eindruck machen.

So blieb es bei einem kurzen Ansatze und es lebte noch einmal die alte reine Jägerkultur (Magdalénien) auf,[2]) welche indes ohne Befruchtung zum Untergang verurteilt war, weil sie trotz aller Kunsthöhe zu einseitig auf die Klingentechnik und auf eine durch die arktische Tierwelt bedingte Knochenindustrie eingestellt war. Daher war sie zu Ende, als es mit dieser Tierwelt zu Ende war.

[1]) In der Übersichtstabelle in: „Spaniens Bedeutung für die Diluvialchronologie", Mitt. d. Anthrop. Ges. Wien LI, 1921, S. 63, habe ich diese Stellung des Solutréen nicht zum Ausdruck gebracht, da dort nur die Grundformen, Keil und Klinge, Berücksichtigung fanden.

[2]) Die Aurignacentwicklung ist in gewissen der Solutréentwicklung entrückten Gebieten, besonders nördlich des Solutrébereiches, weitergegangen.

Das Capsien als Konsequenz des Solutrévorstoßes; die Zonenbewegungen im Frühalluvium.

Der Rückschlag der Nordgruppe nach Süden während des letzten Eisvorstoßes war aber so stark, daß der Einfluß der Klingenkultur bis in das Mittelmeergebiet vorstieß, wo sich nun eine Klingenkultur südlicher Fazies, das Capsien, von Spanien bis Syrien ausbreitete, aus dem sich dann, wie Breuil zeigte, das Azilien-Tardenoisien entwickelte.

Es lagern also während des letzten Eisvorstoßes 3 große Zonen von Süden nach Norden: Das Askalonien südlich des Nordrandes von Afrika, das Capsien im Mittelmeergebiete und das Magdalénien in Europa selbst.

Daß dem so ist, lehrt auch eine Betrachtung der kulturellen Erscheinungen der Eisrückgangszeit (Postglazialzeit). Alle 3 Zonen setzen sich nach Norden in Bewegung und es läßt sich stratigraphisch belegen, daß auf die Magdalénienleute die Azilien- und zum Schlusse die Campignienmenschen gefolgt sind, letztere als Überbringer der wichtigen Makrolithik des Askalonien.

Aus den Mischungen dieser drei Kulturzonen entstand dann das Neolithikum, später immer wieder durch neue Wellen aus Afrika beeinflußt. So versteht man auch, warum das Bild der neolithischen Entwicklung so unendlich mannigfaltig ist.

Wirft man einen Blick auf das Ganze, so sieht man, daß nicht, wie bei Obermaier, eine verwirrende Menge von Kulturen vielfach unmotivierte Züge in alle möglichen Weltrichtungen machen, sondern daß es sich nur um Bewegungen zweier Hauptgruppen handelt, deren nördliche anscheinend die geistig höhere war, während die entwicklungsfähigere Kulturbasis die südliche besaß. Aus ihrer endlichen Verschmelzung im Frühalluvium entstanden — nachdem wie erwähnt ein Versuch in der Aurignacschwankung durch nochmalige Klimaverschlechterung vereitelt worden war — nach einer noch Jahrtausende währenden Entwicklung die Hochkulturen der Weltgeschichte.

Über die ursprüngliche Herkunft der beiden Gruppen wäre zu sagen, daß die Südgruppe anscheinend aus Zentralafrika stammt, wo noch heute die nach Klaatsch dem Neandertaler nahestehenden Westanthropoiden (Gorilla und Schimpanse) leben, während die Nordgruppe im Laufe des älteren und mittleren Diluviums aus Ostasien herübergewandert sein mag, wo derselbe Autor im Gibbon und verwandten Affen der Aurignacrasse nahestehende Anthropoiden sehen will. Diesen Fragen läßt sich aber m. E. ernstlich erst näher treten, wenn wir die fremden Erdteile einmal annähernd so genau kennen wie Europa, und es braucht wohl nicht betont zu werden, daß es sich bei alledem heute vorerst nur um eine grobumrissene Skizze handeln kann, bei der es zu-

nächst auch viel weniger auf die Genauigkeit als auf die dem ganzen Problem zugrunde liegende Idee ankommt:

Zwei Kreise nähern sich Europa von weitentfernten Gebieten der alten Welt (altquartäre Eiszeit), lagern daselbst eine zeitlang einander gegenüber (Interglazial) und kommen schließlich durch die klimatische Veränderung im Jungquartär in engere Berührung, wobei sich die nördliche etwas verschmälert und verlängert haben dürfte, während sich die südliche rasch nach den freien Seiten hin ausbreitete. Im Rhythmus der klimatischen Erscheinungen wogen diese Zonen eine zeitlang hin und her (jungquartäre Eiszeit), um sich endlich in der frühen Nacheiszeit auf europäischem Boden zu überlagern und zu vermischen.

Darin liegt die überragende Bedeutung Europas für die Geschichte der Menschheit.

Einzelberichte.

Zur Hodenatrophie.

Verschiedentlich schon wurden die männlichen Keimdrüsen auf ihren atrophischen Zustand hin untersucht. Es sei hier neben den bekannten Arbeiten von Kyrle, Steinach, Tandler und Groß, Tiedje u. a., die vor allem auf das Verhältnis der interstitiellen zu den generativen Zellen Wert legen, an die Untersuchungen von Leupold erinnert, über deren Ergebnisse ich in Nr. 28 der Naturw. Wochenschr. 1921 berichtete. In einer sehr beachtlichen Abhandlung liefert nun K. Goette einen „Beitrag zur Atrophie des menschlichen Hodens".[1]) Leupold stellte eine Abhängigkeit der Hodengewichte von der Körpergröße fest, Goette hat nun auch eine Beziehung zum Lebensalter, zur Krankheitsdauer (in seiner Arbeit handelt es sich nur um Schädigungen dieser Art) und zum Ernährungszustand beobachtet. Aus seinen Angaben, die sich auf eine histologische Untersuchung von 140 Hoden aus der Freiburger Kriegssammlung und auf Wägungen bei 350 weiteren Fällen gründen, geht hervor, daß entsprechend der Dauer der Erkrankung die Atrophie des Hodens zunimmt und die Gewichtszahlen sinken. Diese Veränderungen sind vor allem bei schlechtem Ernährungszustand zu beobachten, sonst sind die Differenzen nicht so auffallend. Das Durchschnittsgewicht des Hodens steht wohl mit dem Lebensalter in Zusammenhang (höchste Gewichtszahlen im dritten Jahrzehnt, dann keine wesentliche Änderung); der Grad der Atrophie ist dagegen vom Lebensalter unabhängig. Während Leupold in Übereinstimmung mit den oben erwähnten Autoren bei seinen Untersuchungen von der Voraussetzung ausging, daß das Verhältnis der Zwischenzellen zu den generativen Zellen das Wichtigste sei, mißt Goette dem mehr oder weniger zahlreichen Vorkommen der Zwischenzellen nicht diese entscheidende Bedeutung bei. Wohl konnte er in dieser Beziehung Veränderungen am atrophischen Hoden beobachten. So fand er bei einer „Atrophie ersten Grades" (Verschwinden der Spermien und Spermatiden) die Zwischenzellen, die durch großen Kern und reichliches Protoplasma an die Steinachschen F-Zellen erinnerten, „oft etwas vermehrt". Bei einer „Atrophie zweiten Grades" (Verschwinden der Spermiozyten) ist die Masse der Zwischenzellen weiter vergrößert. Im „dritten Stadium der Atrophie" kann „das Zwischengewebe schließlich mehr Raum einnehmen als die Kanälchen". Trotzdem hält Goette diese Vermehrung des Zwischengewebes für keine absolute, da dem Verschwinden des Hodenepithels eine Abnahme des Hodengewichtes entspricht. Er führt vielmehr die relative Vermehrung des Interstitiums auf eine Verschiebung zurück, die durch die Schrumpfung der Hodenkanälchen verursacht wird. Goette meint, die Hodenatrophie sei durch eine primäre Schädigung des Samenepithels bedingt.

Gustav Zeuner.

Ein neuer Verjüngungsversuch.

Über einen neuen Verjüngungsversuch berichtet A. Gregory in einer vorläufigen Mitteilung im „Zentralblatt für Chirurgie".[1]) Es handelt sich um eine Altersbekämpfung durch Hodentransplantation. Neuartig und von größter praktischer Bedeutung ist die Herkunft des Transplantates in diesem Fall. Der Hoden wurde nämlich einem an Lungentuberkulose gestorbenen 20jährigen Manne 5—10 Minuten nach dem Tode entnommen und auf den Senilen übertragen. Der Patient ist 68 Jahre alt, war seit 4—5 Jahren arbeitsunfähig, ermüdete leicht, hatte Atembeschwerden und litt an Gedächtnisschwäche. Seit 7 Jahren war keine Erektion, seit 10 Jahren kein Koitus erfolgt. Nach der Operation fühlte er sich immer frischer und rüstiger, sein Gang wurde leichter, seine Bewegungen rascher. Die Atemnot verging. Der Patient ermüdet nicht so leicht, fühlt sich kräftig und lebensfroh und ist „wie umgewandelt". Drei Wochen nach der Operation erfolgte die erste Erektion, seither häufig und kräftig. Der Geschlechtstrieb ist normal, „wie vor 20—30 Jahren". Der Versuch wurde Mitte April 1922 ausgeführt, von einem Nachlassen des Erfolges ist bisher

[1]) Veröffentlichungen aus der Kriegs- und Konstitutionspathologie. 2. Bd., Heft 5, 1922, Gustav Fischer.

[1]) A. Gregory, Ein Verjüngungsversuch mit Transplantation von Hoden, die einer Leiche entnommen wurden. Zentralblatt für Chirurgie. 49. Jahrg., Nr. 36, 1922.

keine Rede. Über die weitere Wirksamkeit des Transplantates läßt sich natürlich jetzt noch nichts sagen. Der Transplantationsversuch von Gregory zeigt, daß auch von Leichen entnommene Hoden „verjüngend" wirken. Sollte das Transplantat dauerhaft sein, so wäre für die Praxis der Altersbekämpfung ein großer Erfolg errungen. Gregory schneidet mit Recht die Frage an, ob sich Hoden von an Lungentuberkulose leidenden Menschen besonders eignen, da bekanntlich deren Keimdrüsen inkretorisch besonders wirksam zu sein scheinen. Ob die Möglichkeit suggestiver Einflüsse in Gregorys Fall ausgeschaltet oder verringert worden ist, geht aus der Mitteilung leider nicht hervor, doch ist meiner Meinung nach ein so auffallender Erfolg derartigen Einflüssen auf keinen Fall allein zuzuschreiben, zumal die Suggestionstherapie niemals Erfolge zeitigte.

Gustav Zeuner.

Über die Mykorhizapilze der Nadelhölzer.

Obwohl schon seit langer Zeit bekannt ist, daß unsere Waldbäume fast ausnahmslos in Symbiose mit Pilzen leben, so ist es bisher doch noch in keinem Falle geglückt, die in Frage kommende Pilzart mit Sicherheit festzustellen. Vermutungsweise wurde zwar schon ein Zusammenhang zwischen Elaphomyces und Kiefer, zwischen den Gattungen Cortinarius, Russula, Tricholoma und Tuber und der Eiche angenommen, aber diesen Mutmaßungen haftet die Unsicherheit an, daß sie sich bloß darauf gründen, daß sich das Pilzmyzel bis in den Hyphenfilz der Mykorhizen verfolgen läßt. Besonders auffällig ist freilich das oft sehr konstante Zusammenauftreten von Boletusarten und gewissen Hölzern. Schon Woronin hat Boletus edulis (Steinpilz) und B. scaber (Birkenpilz) als Mykorhizenbildner angesprochen. Pennington weist auf die Beziehungen zwischen B. speciosus und Quercus, Mc. Dougal auf diejenigen zwischen B. scaber fuscus und Betula papyrifera hin. B. Boudieri lebt nach Quélet fast ausschließlich unter Pinus halepensis, B. pictilis nur unter Pinus strobus. Den prägnantesten Fall stellt wohl, wie Romell kürzlich (Svensk. Bot. Tidskr. 1921) ausführte, Boletus elegans dar, der immer nur im Verband mit der Lärche erscheint und sie überall dorthin begleitet, wo sie künstlich eingeführt wird. Ähnlich verhält sich B. luteus zu Pinus silvestris und Pinus montana. Dieser Pilz bildet Hexenringe um die Bäume, aber nur soweit, als das Wurzelsystem reicht, und soweit auch nur tritt er aus dem Walde heraus. In einem Fall, wo eine Pilzgruppe 10 m außerhalb des Waldes beobachtet wurde, konnte durch Nachgraben festgestellt werden, daß eine Kieferwurzel bis hierher strich. Um in solchen Fällen festzustellen, daß es sich tatsächlich um den gesuchten Mykorhizapilz handelt, sind zwei Wege möglich: erstens man isoliert Hyphen aus der Mykorhiza und sucht sie zur Fruchtkörperbildung zu bringen oder aber man geht von bekannten Pilzen aus und versucht mit ihnen, Wurzelinfektion hervorzurufen. Den ersten Weg beschritt Melin (Svensk. Bot. Tidskr. 1921) für den Mykorhizapilz der Kiefer und der Tanne. Es gelang ihm, aus den Wurzeln der Kiefer drei und aus denen der Tanne einen Pilz rein zu züchten und mit ihnen wiederum pilzfrei gezogene Pflanzen zu infizieren, worauf die typischen Erscheinungen der Mykorhiza zutage traten. Leider blieb eine Fruchtkörperbildung aus, doch ergaben sich Anhaltspunkte dafür, daß es sich um Hutpilze handelte. Interessant ist die Beobachtung, daß diese Pilze Nucleinsäuren als Stickstoffquelle schätzen. Da solche im Humus nachgewiesen sind, so könnte in ihrer Aufschließung die Bedeutung der Symbiose liegen. Dagegen war der zweite Weg von Erfolg gekrönt (Melin, Svensk. Bot. Tidskr. 1922), denn hier glückte der Nachweis, daß Boletus elegans wirklich der Mykorhizapilz der Lärche ist; steril aufgezogene Lärchenpflänzchen wurden mit steril isoliertem Hyphengewebe von Boletus elegans geimpft, und binnen kurzer Frist lieferten die Wurzeln die charakteristischen Mykorhizabilder: die Wurzelenden sind von einem dicken Hyphenfilz umschlungen und im Innern der Wurzeln machen sich die Pilzfäden sowohl im eigentlichen Zelllumen als auch in dem Interzellularräumen breit; es resultiert also die charakteristische Kombination von ektotropher und endotropher Verpilzung. Versuche, mit Boletus edulis Wurzeln von Kiefern oder Tannen zu infizieren, schlugen fehl, es handelt sich also offenbar um eine ganz ausgeprägte Spezialisierung. Dagegen glückte die Kombination von Larix und zweier jener Pilzstämme, die aus Kiefernwurzeln gezogen waren, während der Tannenpilz zu parasitischer Lebensweise überging, also offenbar zu stark virulent ist. Mutmaßlich liegen hier ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie bei den Rostpilzen, bei denen man Formen mit starker und solche mit geringer Spezialisierung feststellen kann. Darüber werden ja, nachdem einmal eine feste Operationsbasis geschaffen ist, die nächsten Jahre Aufschluß geben. Es wird sich dann auch zeigen, inwieweit andere Arten und Gattungen der Hutpilze an der Mykorhizabildung beteiligt sind.

P. Stark.

Die Reindarstellung des Ozons.

Obwohl das Ozon seit beinahe einem Jahrhundert bekannt und obwohl es in theoretischer und praktischer Beziehung von gleich großer Wichtigkeit ist, ist seine Reindarstellung bisher nicht gelungen. Obschon diese Tatsache verständlich ist, wenn man sich der Schwierigkeiten seiner Darstellung in hoher Konzentration[1]) und seiner damit wachsenden Instabilität erinnert, befremdet

[1]) Vgl. z. B. das in Naturw. Wochenschr. N. F. XX, S. 528 besprochene Buch von M. Möller, Das Ozon. (Braunschweig 1921.)

es doch, daß sich chemische Experimentierkunst der vorliegenden Aufgabe noch nicht eingehender gewidmet hat. Seit seiner Entdeckung nämlich vermutete man im Ozon nicht nur den Stoff der Formel O_3, sondern glaubte aus den verschiedensten Gründen daneben noch andere Modifikationen des elementaren Sauerstoffs annehmen zu sollen; so früher das Antozon (jetzt als Hydroperoxyd erkannt), neuerdings (Harries) die Oxozone. Einen Entscheid über die wahre Beschaffenheit des Ozons kann man aber offenbar erst dann fällen, wenn man diesen Stoff sicher rein dargestellt hat.

Die Reindarstellung des Ozons ist E. Riesenfeld und G. Schwab[1]) gelungen. Ausgehend von der Tatsache, daß das reine Ozon sehr explosiv ist, nahmen sie die Bereitung in kleinem Maßstabe vor und benutzten zur Bestimmung der physikalischen Konstanten die Methoden der Mikroanalyse. Elektrolytisch gewonnener Sauerstoff wurde auf das sorgfältigste von Wasserstoff befreit und, getrocknet, der Einwirkung eines etwa 8000 Volt gespannten 500frequentigen Wechselstroms unterworfen. Es entsteht ein Sauerstoff-Ozongemisch von etwa 10—15 %. Dieses Gemisch wurde durch Kühlung in flüssiger Luft kondensiert und hierauf der gleichzeitigen Wirkung einer Wasserstrahl-, einer Volmer- und einer Quecksilberdampfstrahlpumpe unterworfen. Hierbei verdampft der überschüssige Sauerstoff. Die Forscher erhielten so zunächst eine tiefveilgefärbte Flüssigkeit, die eine Lösung von Sauerstoff in Ozon ist; hiernach trat eine lichtblaue Flüssigkeit (Lösung von Ozon in Sauerstoff) auf. Durch mehrfaches Kondensieren und Abdampfen des Sauerstoffs gelangte man endlich zu einigen sehr stark veilgefärbten Tröpfchen, von denen jeweils 2—4 Milligramm in kleine Kapillarkugeln abgezapft und der Analyse unterworfen wurden.

Die Mikroanalyse der kleinen Mengen Substanz ergab nun ein Verhältnis von aktivem zu inaktivem Sauerstoff wie 1 : 2, d. h. das Molekül bestand aus $O_2 + O$, war also O_3, also reines Ozon. Diese Bestimmung ist mit einem Maximalfehler von 10 % ausgeführt worden und hat, laut Beleganalysen, recht genaue Werte ergeben. Es geht daraus zunächst mit Sicherheit hervor, daß das bei der elektrischen Aktivierung des Sauerstoffs entstehende Gas Ozon und nichts anderes sonst ist, andernfalls hätte es sich nicht auf die beschriebene sehr einfache Weise vom Sauerstoff trennen lassen. Eine weitere Stütze für die Reinheit des Ozons war seine Dampfdichtebestimmung.

An dem so gewonnenen reinen Ozon ließen sich nun Beobachtungen machen, die als für das Ozon kennzeichnend genannt werden müssen. Auffallend ist zunächst die große Farbintensität des Stoffes. Der Faden einer hellbrennenden Glühlampe war durch ein plattgedrücktes Röhrchen mit flüssigem Ozon von nur 0,2 mm Durchmesser nicht zu sehen! In einem Kühlgefäßchen mit flüssigem Wasserstoff erstarrte das Ozon zu dunkelveil gefärbten Kristallen. Bei $-112{,}3^0$ siedet Ozon. Das alsdann entstehende gasförmige Ozon ist von allen anderen Gasen durch seine intensiv blaue Farbe unterschieden, eine Erscheinung, die auf starke Elektronenlockerung schließen läßt, was andererseits mit der Explosivität des Stoffes in Zusammenhang steht. Dennoch ist die Unbeständigkeit des reinen Ozons nicht gar so groß wie man bisher annahm. Während Warburg durch Rechnung gefunden zu haben glaubte, daß reines Ozon bei 16^0 innerhalb 167 Stunden auf die Hälfte zerfallen müsse, gelang es Riesenfeld und Schwab, unter Ausschluß auch geringster Mengen katalysierender Stoffe Präparate zu gewinnen, die erst nach Wochen zerfallen waren.

Für die sogenannten Oxozone fand sich nicht der geringste Anhalt. Aus dem Vergleich der kritischen Daten von Sauerstoff und Ozon ergibt sich, daß etwa vorhandenes Oxozon bei der Analyse sich entschieden bemerkbar machen würde. Dies ist jedoch nicht der Fall.[1])

Die Arbeit ist ein erstes wohlgelungenes Beispiel dafür, daß die Untersuchung hochexplosiver Stoffe durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt, wenn man sie in kleinen Mengen handhabt und zu ihrer Untersuchung Mikromethoden anwendet, die in ihrem Ausmaß ungefährlich bleiben.

H. Heller.

[1]) Ber. d. D. chem. Gesellsch. 55, S. 2088. 1922.

Körperkultur.

Über Körperkultur hielt Prof. Rudolf Martin einen bemerkenswerten Vortrag im Auditorium Maximum der Universität München, der nun bei Gustav Fischer in Druck erschienen ist.[2]) Einleitend zeigte Martin den Gegensatz auf, der zwischen dem griechischen Erziehungsideal und dem unserer eigenen Kultur besteht, die auf höchste Entfaltung des geistigen Wesens hinstrebt. Die starke und einseitige Betonung des Geistigen erklärt M. nur dadurch, daß eine Grundtatsache der Physiologie in Vergessenheit geriet oder wenigstens in den Hintergrund trat, nämlich die Tatsache, daß eine enge Wechselbeziehung zwischen psychischen Funktionen und körperlicher Leistungsfähigkeit besteht. Deshalb gilt es, einen Ausgleich zwischen geistiger und körperlicher Kultur zu finden und natürlichen Lebensbedingungen und Lebensformen wieder näher zu kommen, ohne das aufzugeben, was mühsam erworben wurde. Die Körperübungen haben nicht nur die Wirkung, Masse und Leistungsfähigkeit unserer Skeletmuskeln zu vermehren, sondern sie tragen auch bei zur Re-

[1]) Demgemäß sind alle Mitteilungen über das Auftreten von „Oxozoniden" zu bewerten; u. a. in einer Arbeit von Ruzicka (Helv. Chim. Acta V, 3. 1922).

[2]) Dr. Rudolf Martin, „Körperkultur". Eine akademische Rede. 40 Seiten. Jena 1922, Gustav Fischer.

gulierung des Stoffwechsels und der Wärmebildung, sie beeinflussen das Herz, die Lungen und die nervösen Zentralorgane, was gewöhnlich vollständig übersehen wird. Man verkennt ferner vielfach die Wirkungen der Leibesübungen auf die Ausbildung der Sinnesorgane, auf unsere Psyche, auf die geistige Frische und Leistungsfähigkeit, auf die Stärkung des Willens, die Hebung der Entschlußkraft und damit die Entwicklung des persönlichen Mutes. Der Nachweis ist erbracht, daß durch regelmäßige Körperübungen die Wachstumsperiode verlängert wird und daß im Zusammenhang damit neue Entwicklungsmöglichkeiten gegeben sind, die — wenn auch idioplasmatisch vorhanden — ohne Körperübungen latent bleiben. Die Organe unseres Körpers sind imstande, sich höherer funktioneller Inanspruchnahme anzupassen, d. h. zu wachsen, sich zu entwickeln und ihre Leistung zu vermehren, allerdings innerhalb der durch die Erbanlagen gegebenen Grenzen. Das Erbbild des Menschen, der Idiotypus, kommt jedoch nicht rein zur Ausprägung, weil der Körper durch peristatische Momente, sogenannte Umwelteinflüsse, verändert wird. Die so veränderte Erbform ist das Erscheinungsbild oder der Phänotypus. Vererbt ist aber auch die Reaktionsnorm auf äußere Einflüsse und damit bis zu einem Grade die mögliche Größe der Paravariationen, d. h. der nicht erblichen Merkmale. Dies gilt auch für den Einfluß körperlicher Übungen auf den Phänotypus des einzelnen Menschen. Wir können niemals mehr erreichen, als durch die vererbte Anlage gegeben ist, aber wo körperliche Minderwertigkeit nicht angeboren ist, da kann die Leistungsfähigkeit gehoben, der Körper entwickelt, abgehärtet und widerstandsfähig gemacht werden.

Es gilt, die bestmögliche Körperbeschaffenheit möglichst vieler Glieder des Volksganzen zu erstreben, und zwar durch Ertüchtigung der Schwachen. Damit wird die körperliche Erziehung auch zu einem volkswirtschaftlichen Faktor ersten Ranges, es wird damit qualitative Bevölkerungspolitik getrieben. Würden wir zulassen, daß in unserem Volk die körperlichen Kräfte zu schwinden beginnen, dann wäre es außerstande, im wirtschaftlichen Daseinskampf zu bestehen und es würde so langsam dem Untergang entgegengehen.

Martin legt auch dar, was in den verschiedenen Staaten des Auslandes bisher zur körperlichen Ertüchtigung der Bevölkerung getan wurde und er zeigt, was wir in Deutschland in dieser Hinsicht aufzuweisen haben. Reich und Länder müssen mehr als bisher die körperliche Erziehung der Jugend fördern, diesen wichtigen Teil öffentlicher vorbeugender Gesundheitspflege.

H. Fehlinger.

Torfmoore und deren Ausnützung.

Im Mai 1920 veranstaltete der Verband technischer Vereine Württembergs in Stuttgart die erste württembergische Technikerwoche, auf der u. a. Prof. Dr. A. Sauer über „Geologisches Vorkommen und Bildungsweise der Torfmoore Württembergs" sprach, anschließend Oberbaurat E. Canz über „Die Ausnützung der Torfmoore", Dr. P. Schickler über „Die Verwertung des Torfes". Der Inhalt dieser Vorträge wurde dann in Tageszeitungen und Buchform veröffentlicht,[1]) sie ergänzen sich gegenseitig vortrefflich und geben, abgesehen von württembergischen Belangen, einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand dieses für Naturwissenschaft und Volkswirtschaft gleich wichtigen Gebiets; wir entnehmen den anregenden Ausführungen das Nachstehende:

Unter den Kohlengesteinen, Stein-, Braunkohle und Torf, gehört der letztere zu den Humusstoffen, als besonders mächtige Ansammlung derselben. Nach dem geologischen Vorkommen unterscheidet man Grünlands-, Flach- oder Niedermoore (Riede), sodann Moos- oder Hochmoore und dazwischen Übergangs- oder Zwischenmoore. Die ersteren entstehen in alten Flußläufen, Weihern, Seen, mit nährstoffreichem hartem Wasser bedeckten Niederungen, aus vermodernden Wasserpflanzen — sauren Gräsern, Schilf, Rohr, Binsen u. dgl. — mit ebenen Oberflächen; sie enthalten vielfach mineralische Zwischenschichten, die den Brennwert des Torfs herabsetzen. Auf solchem Grünland können sich mit den Übergängen der Zwischenmoore in Gegenden mit starken Niederschlägen Moose — hauptsächlich Sphagnum — ansiedeln, hiernach Wollgras, Heidel-, Preiselbeere, Rosmarin, Heide usw.; auf der absterbenden, vermodernden Pflanzendecke wuchert die Vegetation namentlich in deren Mitte dicht, wächst so über die Umgebung hinaus und wölbt sich oft mehrere Meter nach oben zum Hochmoor. Derartige Bildungen finden sich aber auch auf plateauartigen nährstoffarmen, schwer durchlässigen Hochflächen mit reichen Niederschlägen und niederer mittlerer Jahrestemperatur; ihr Wasserreichtum tritt randlich und in „Kolken" inmitten der Moosdecke hervor. Ein Hochmoorprofil aus Holstein ergab unter der Oberfläche 57 % Kohlenstoff, in 2 m Tiefe 62 %, in 4 m Tiefe 64 %, was den nach der Tiefe fortschreitenden Verkohlungsvorgang zahlenmäßig belegt. — Im Niedermoor besteht die unterste charakteristische Schicht meist aus Seekreide (Seekalk, -schlick, Wiesenkalk, Moormergel), wohl hauptsächlich aus Armleuchtergewächsen abgeschieden. Darüber folgt brauner Faulschlamm, anscheinend vorwiegend aus abgestorbenen Wassertierchen, Ölalgen und ähnlichem feinem Material zusammengesetzt, das bei trockener Destillation nicht weniger als 30 % Ölteer liefert. Unter weiter wachsender pflanzlicher Vegetation von Chara, Laichkant, Seerose bilden sich schwimmende Rasen, „Schwing-

[1]) Sauer, Canz und Schickler, Die Ausnützung der Torfmoore, Stuttgart 1920, Verlag K. Wittwer. — Vgl. auch H. Puchner, Der Torf, Enkes Bibl. f. Chemie und Technik, I, Stuttgart 1920.

rasen", an den Ufern „Verlandungspolster" von Schilfrohr, Hahnenfuß, bis die von außen nach innen fortschreitende Verlandung beendet ist und sich die ebene, dem ehemaligen Wasserspiegel entsprechende Oberfläche mit Riedgräsern bedeckt. Bisweilen schließt das Niedermoor mit einem Erlenbruch oder etwas ähnlichem ab. Bei rationeller Entwässerung liefern Riede in Flußauen an der Oberfläche einen schwarzen süßen Humus, der für Wiesen- und Gemüsekulturen ungemein günstig ist.

In feuchtem Waldboden, wo die Verwesung gehemmt ist, entwickelt sich unter der oberflächlichen Waldstreuschicht dicht gelagerter Rohhumus, Trockentorf, besonders im Buchen-, Eichen-, Birken- und Nadelwald sowie Erlenbruch, unter Erika, Preisel-, Heidelbeere, Farnkraut, Seggen, Azaleen u. dgl. Dieser Humus reagiert bald alkalisch — süßer Humus —, bald sauer; ersterer entsteht auf nährstoffreichem bzw. kalkhaltigem, der saure Rohhumus auf nährstoffarmem bzw. kalkfreiem Untergrund.

Bei Torfgewinnung sind alle Anlagen, besonders die Entwässerung, auf einen vollständigen Abbau des Torfprofiles einzustellen, jedes andere Verfahren ist mehr oder weniger Raubbau. Beim Doppelmoor z. B., wo sich ein Hoch- auf einem Niedermoor ausbreitet, würde man zunächst in ersterem konservierenden Streutorf und Torfmull aus dem leichten Moor- und Fasertorf gewinnen, welche große Mengen Flüssigkeit und Gas (z. B. Ammoniakgas) aufsaugen können. Fasertorf wird ferner zur Herstellung von Papier, Pappe, Gespinsten, Verbandstoff usw. verwendet, als Ersatz für Holz, Kork, Filz u. dgl., als Baustoff, Isolier- und Schalldämpfungsmittel. Sodann sollte man bei maschineller Verarbeitung Hoch-, Übergang- und Niedermoorschicht möglichst gut durchmischen, um ein stofflich gleichartiges Material zu gewinnen, wobei die Faulschlammschicht wegen ihres erheblichen Ölgehalts bei der Durchmischung besonders aufmerksam zu behandeln ist. Die liegende Seekreide sollte nicht ausgeräumt werden, sondern bildet bei zweckmäßiger Entwässerung, vielleicht mit etwas oberstem Torfabfall gemischt, die Oberfläche auf dem abgebauten Lager für ertragreiche Wiesenkultur. Ein Nachwachsen abgebauter Moormasse findet, wenn überhaupt unter günstigen Bedingungen, in 1000 Jahren nur um etwa 1 m statt. Mehr als hundertjähriger Abbau hat schon viele Torfmoore ausgebeutet, deren Flächen teils öde liegen, teils land- oder forstwirtschaftlich benützt werden; von den schätzungsweise etwa 4,2 Mill. ha Mooroberfläche Deutschlands befinden sich aber noch etwa 3,5 Mill. ha im Urzustande.

Je nach Bildungsweise, Lagerung und Alter der Moorschichten, nach chemischer Zusammensetzung, Asche-, Wassergehalt und Gewinnungsweise des Torfes ist dessen Brennwert außerordentlich verschieden. Er enthält durchschnittlich 58—60 % Kohlenstoff, 1,7 % verfügbaren und 4,3 % nicht disponiblen Wasserstoff, sowie etwa 34—36 % Sauerstoff. Im Lager hat er 90—95 % Wassergehalt, der durch gute Entwässerung des Moors auf 80—85 % herabgesetzt werden kann. Gewonnener Torf wird auf einen Trockenplatz gebracht und der Luft ausgesetzt, dann in Haufen aufgesetzt, eingelagert, und soll schließlich bei Handgewinnung — „Handstichtorf" — nicht mehr als 20—25 % Feuchtigkeit haben, bei Maschinengewinnung — „Maschinentorf" — 25—30 %, und höchstens 10—11 % Asche. Über etwa 25—30 % Asche machen den Torf als Brennstoff unverwendbar, gute Brennstoffe haben unter 5 %. Der Heizwert von bestem deutschem Reintorf mit 15—18 % Wasser ist etwa 5200 Kalorien, bei Trockentorf 5100 Kal., bei 20 % Feuchtigkeitsgehalt etwa 4000 Kal., bei mittleren und schlechten Torfen 3500—1500 Kal. Da Braunkohle 2500—6000 Kal. und Steinkohle 5500—8000 Kal. Heizwert besitzt, ist Torf von diesen 3 Brennstoffen der mindestwertige; er besitzt um so weniger Heizwert, je nasser er ist, da durch die Verdampfung seines Wassers ein großer Teil Wärme verloren geht. Entwässerung der Torflager ist also wirtschaftlich Vorbedingung für die Torfgewinnung, aber auch für spätere land- und forstwirtschaftliche Benützung der Abbaufläche. Zurücklassen von Wasserflächen, Sümpfen oder Ödungen nach Ausbeute der Moore ist Raubbau schlimmster Art.

Ein großer Vorzug des Torfes liegt darin, daß er mit langer, fast rußfreier Flamme ohne wesentliche Rauchentwicklung verbrennt und bei meist sehr geringem Schwefelgehalt kein Anfressen der Öfen und Apparate durch schweflige Säure befürchten läßt. Er ist deshalb ein schätzenswerter Behelfsbrennstoff für Hausbrand — am besten in rostlosen Kachelöfen —, für Dampfkesselfeuerungen, Sud- und Braupfannen, in Glashütten, Tonwarenfabriken, Ziegeleien, auch für die Stahl- und Eisenindustrie — bei industriellen Anlagen in sog. „Vorfeuerung". Torfbriketts (aus Grus oder Pulver gepreßt) sind dafür ungünstig. Als gutes Mischungsverhältnis hat sich 1 Teil Torf auf 2 Teile Steinkohle bewährt, in einzelnen Fällen auch gleiche Teile.

Bei Maschinengewinnung werden große Rohtorfbrocken zerkleinert, gemischt, geknetet und geformt, was bei der Verschiedenartigkeit der einzelnen Schichten im geologischen Moorprofil von größtem Wert ist (vgl. oben). Der nasse Torf hält das Wasser infolge seines kolloidalen Zustandes mit großer Zähigkeit fest und gibt es auch bei andauerndem Pressedruck von 4—500 Atmosphären nur zum geringsten Teil ab. Man ist deshalb im allgemeinen auf die langwierige Lufttrocknung angewiesen, die wieder vom Klima, der Witterung usw. abhängt. Nasser gefrorener Torf verliert seinen kolloidalen Zustand und wird nach Wiederauftauen für die gewöhnliche Aufarbeitung unbrauchbar. Da man sonach nur mit der geringen Zahl von etwa 120—140 Gewinnungstagen im Jahr rechnen kann, wurde versucht, durch teils mechanische, teils chemische

und gemischte Verfahren die Trocknung abzukürzen (Naßpreß-, Madruckverfahren, Kolloidverdrängung durch Öle, Salze, Säuren, Osmose-Verfahren, Erhitzen, Naßverkohlung, Ekenberg-, Haldenverfahren usw.). Die Wirtschaftlichkeit solcher Methoden war bisher nicht gesichert. Weiter hat man sich mit Verarbeitung, „Veredelung" des Torfes befaßt, d. h. mit seiner Verkokung und Vergasung. Er wird dabei ganz oder teilweise in einen neuen chemischen oder physikalischen Zustand überführt, bevor man seine Energie in Wärme verwandelt, unter Gewinnung wertvoller Nebenprodukte. Dies entspricht am meisten den heutigen Grundsätzen wirtschaftlicher Brennstoffverwertung, nur lohnt es sich gegenwärtig meist nicht wegen der ungeheuren Kosten für die dazu nötigen Anlagen und weil schon der Preis für unveredelten Torf zu hoch wurde. Torfkoks (aus aschearmem Torf) kommt daher z. Z. nur für bestimmte technische Zwecke in Frage; er wird bei der Entgasung, d. h. der trockenen Destillation gewonnen, hat etwa 6900 Kal. Heizwert, ist dem Steinkohlenkoks ähnlich und für hüttentechnische Zwecke brauchbar, die dabei entfallende Asche eignet sich als Düngemittel. Aus den entweichenden Gasen werden Teeröl, Essigsäure, Methylalkohol gewonnen, die durchschnittliche Ausbeute an Teer beträgt 4—5 %, an Brenngas 400 cbm auf die Tonne, an Kohle 33 %, Teerwasser 35 % aus lufttrockenem Torf, je nach dem Stickstoffgehalt des Moors 1,5—2 kg Stickstoff in Form von Ammoniak aus 1 cbm Moormasse. Destillation von Torfteer ergibt leichte Rohöle, Paraffinpräparate, Kreosotöl, „Blasenkoks" (fast reiner Kohlenstoff). Aus Teerwasser wird Ammonsulfat, essigsaurer Kalk und Holzgeist dargestellt.

Bei Ausnützung der Torflager im großen kann neben Brennstoffgewinnung für den Versand noch Verwertung an Ort und Stelle zum Betrieb von Kraftzentralen angezeigt sein, wobei durchschnittlich aus 1 cbm Rohtorf 50 Kilowattstunden erzielt werden. Die Auricher „Wiesmoorzentrale" zeigt, daß nach Überwindung großer Schwierigkeiten eine großzügige erfolgreiche Nutzung ausgedehnter Moore durch große Kraftbetriebe mit Torf als ausschließlichem Brennstoff möglich ist.

Major a. D. Dr. W. Kranz, Stuttgart.

Bücherbesprechungen.

Mönnig, Hermann O., Über Leucochloridium macrostomum (Leucochloridium paradoxum Carus). Ein Beitrag zur Histologie der Trematoden. 61 Seiten, 5 Tafeln. 8°. Jena 1922, G. Fischer. 25 M.

Zuweilen findet sich an einem oder beiden Fühlern der Gemeinen Bernsteinschnecke, Succinea putris L., ein höchst sonderbarer Schmarotzer. Man bemerkt eine bis etwa 12 mm lange und bis 2,5 mm dicke Anschwellung von lebhaft grün, weiß und rot geringelter oder braun und hell geringelter Farbe — also nach Mönnig zwei Varietäten — und pulsierende Bewegung. Dies „Leucochloridium paradoxum" ist das Sporozystenstadium eines Saugwurms, der als geschlechtsreifes Tier im Darmkanal von Singvögeln lebt, die aus dem auffällig beränderten Schneckenfühler den Parasiten begierig herausbeißen (Zeller 1874). Die Fundorte sind nicht häufig. Die erste Mitteilung stammt aus dem Jahre 1810, die letzte ausführliche Beschreibung bisher aus dem Jahre 1889. Die vorliegende Schrift Mönnigs ist eine neue Spezialuntersuchung. Die histologischen Ergebnisse sind besonders für den von Belang, der ähnliche Untersuchungen ausführen wird. Einige allgemeinere Beobachtungen können aber auch Fernerstehende angehen. Die Auftreibung des Fühlers rührt lediglich her von dem Eindringen eines „Schlauches" in den Fühler. Der Hauptkörper der Sporozyste befindet sich nämlich in der Leber der Schnecke (Carus 1815) und treibt Schläuche, welche die aus Eiern im Hauptkörper entstehenden, zum Freiwerden im Vogeldarm bestimmten Zerkarien, die jungen Geschlechtstiere, enthalten. Schon Zeller bemerkte, daß nach Herausbeißung eines Schlauches aus einem Fühler der letztere verheilt und ein neuer Schlauch in ihm erscheint. Dies dauert nach Mönnig je nach der Temperatur und Fütterung 10 Tage bis den Winter über. Infizierte Schnecken suchen mehr als andere das Licht auf; eine Verletzung der Augennerven war nicht bemerkbar. War der Fühler vom Vogel mit abgepickt, so wurde innerhalb zweier Beobachtungsmonate auch kein Auge regeneriert. Die Pulsationsfrequenz erhöht sich bei starker Belichtung (Sonnenschein) und kommt im Dunkeln auf Null. Zwei Schläuche einer Schnecke können verschieden pulsieren. Auch Reizung des Schneckenfühlers verändert die Pulsation.

V. Franz, Jena.

Pfeffer, W., Osmotische Untersuchungen. Studien zur Zellmechanik. Zweite, unveränderte Auflage. Mit fünf Holzschnitten. Leipzig 1921, Verlag von Wilhelm Engelmann.

Fr. Czapek, Schüler und Nachfolger Pfeffers, hat seinem großen Lehrer ein schönes Denkmal gesetzt durch die Neuherausgabe des berühmtesten Werkes unseres größten Pflanzenphysiologen. In einem Geleitwort zu der vorliegenden zweiten Auflage weist Czapek auf die große Bedeutung der „osmotischen Untersuchungen" hin, die „einen der Grundpfeiler der neueren physikalischen Chemie und allgemeinen Physiologie bilden", und er drückt den Wunsch

aus, „daß die Aufnahme dieser Neuausgabe eine möglichst günstige werde, und das Studium der Zellphysiologie von neuem kräftig fördern möge". Es ist dem Herausgeber leider nicht vergönnt gewesen, die Freude der Schüler und Verehrer Pfeffers über das neue alte Buch zu erleben, denn wenige Wochen nach der Niederschrift seines Geleitwortes wurde auch Fr. Czapek der Wissenschaft durch den Tod entrissen. — Dem Verleger gebührt der Dank aller Pflanzenphysiologen, daß er dem Wunsche des Herausgebers nach einem Neudruck Folge geleistet hat.

Wächter.

Hagen, W., Unsere Vögel und ihre Lebensverhältnisse. 60 Seiten 8°, 11 Abbildungen nach Lichtbildern von R. Zimmermann. Freiburg i. Br. 1922, Verlag von Theodor Fisher.

Gewissermaßen eine „Allgemeine Ornithologie" und somit ein Büchlein, das man in der Hand eines jeden, der die Vogelwelt kennt, bearbeitet oder genauer kennenlernen will, wünschen muß als Ergänzung zu anderen Werken, welche mehr die Artenkenntnis pflegen. Nur die deutsche Ornis ist der einwandfreien, inhaltreichen und zur forschenden Beobachtung anregenden Darstellung zugrunde gelegt. V. Franz, Jena.

Koch, A. und **Lowartz, C.**, Leitfaden für zoologische Bestimmungsübungen zum Gebrauche an Universitäten und höheren Schulen. Mitteilungen der Preußischen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Heft 6. 122 S. gr. 8° mit 120 Abbildungen im Text. Leipzig 1922, Quelle & Meyer.

Bei der zu geringen zoologischen Artenkenntnis, der man in weiten Kreisen aller Bevölkerungsschichten und mehr oder weniger auch bei mehr anatomisch oder allgemeinbiologisch eingestellten Fachzoologen begegnet, ist die Tendenz des vorliegenden, scharf durchgearbeiteten Buches lebhaft zu begrüßen. Seine Verwendung soll jenem Mangel abhelfen, indem es in 14 Kursen zur Bestimmung der bekanntesten und wichtigsten Vertreter der Metazoen anleitet. Vorzugsweise ist die deutsche Binnenfauna berücksichtigt; Meeres- und ausländische Landtiere konnten aber nicht ganz übergangen werden, um den Überblick über das Tierreich einigermaßen zu vervollständigen. Das Buch gibt kurze Anleitungen zum Sammeln, Lebendhalten, Konservieren und zum Bestimmen nach äußeren Merkmalen, nimmt allerdings auch oft der Kürze halber Bezug auf andere leichtzugängliche Werke, wie namentlich Brohmers „Fauna von Deutschland", statt selber die Bestimmungstabellen zu geben. In dieser Hinsicht mag ihm für die Zukunft mehr Selbständigkeit zu wünschen sein. Als Universitätslehrer wünscht man dem Buche und der von ihm gepflegten Methode wohl vor allem Verbreitung an Schulen, wo zu einem guten biologischen Unterricht dies mindestens hinzugehört und damit Grundlagen gelegt werden würden, auf denen später Anregungen, Erweiterungen und Vertiefungen gedeihen. Dann erübrigt sich dieser Unterricht an den Hochschulen. Hat es an ihm gefehlt, so ist es nur zu begrüßen, wenn er an der Hochschule nachgeholt werden kann. Hier verlangen die Autoren „mindestens 2 Wochenstunden, vorausgesetzt, daß den Praktikanten außerhalb dieser Kursstunden die Möglichkeit zum selbständigen Weiterarbeiten unter gelegentlicher Anleitung gegeben wird". V. Franz, Jena.

Schall, Dr. med. H., Die Fortpflanzung. (Die Geschlechtsorgane des Menschen und ihre Krankheiten.) Mit 4 Dreifarbendruck-Tafeln u. 170 z. T. mehrfarbigen Abbildungen. Stuttgart 1922, J. B. Metzlersche Verlagsbuchhandlung. Geb. 80 M.

In gemeinverständlicher Weise schildert der Verf. in dieser seiner neuesten Schrift die Geschlechtsorgane des Menschen und ihre Krankheiten. Er versteht es, ein heikles Gebiet so abzuhandeln, daß alle vorhandenen Schwierigkeiten überwunden werden. Dieses Werk sollte jedem Studenten, gleichgültig welcher Fakultät er angehört, in die Hand gegeben werden. Es wird seine segensreiche Wirkung nicht verfehlen. Auch Frauen wird das Studium der Schrift von großem Vorteil sein. Es gibt nur wenige Bücher, die so volkstümlich geschrieben sind wie das vorliegende Schallsche Werk ohne „populär" im üblen Sinne zu sein. Ganz besonders muß auf die vorzüglichen, z. T. farbigen Abbildungen hingewiesen werden, ohne die nun einmal ein naturwissenschaftliches Werk nicht auskommen kann. Das Buch bedeutet eine hervorragende Bereicherung unserer Aufklärungsschriften über den Bau und die Funktion des menschlichen Körpers.

H. v. Lengerken.

Haeckel, Ernst, Italienfahrt. Briefe an die Braut 1859/60. Leipzig 1921, Verlag von K. F. Koehler.

Prof. Heinrich Schmidt, Leiter des Haeckel-Archivs in Jena, hat der Herausgabe von Haeckels Jugendbriefen, „Entwicklungsgeschichte einer Jugend", nun eine weitere wertvolle Veröffentlichung folgen lassen. Er hat die „Briefe an die Braut" in einem handlichen Band zusammengestellt. Man braucht weder Haeckel-Anhänger noch -Gegner zu sein, um diese Briefe eines schönheitsuchenden, naturbegeisterten, künstlerisch veranlagten Menschen mit tiefer Anteilnahme zu lesen. Ein Feuerkopf spricht hier, ein wahrhaft ideal veranlagter Geist sucht sich den Weg zur Weltanschauung zu bahnen. Haeckels edles Menschentum offenbart sich in diesen Briefen in reinster Form. Dem Buche sind eine Abbildung Haeckels und seiner Braut Anna Sethe, eine Photographie des Marschendichters Hermann

Allmers, eine Aufnahme Haeckels in Reiseausrüstung sowie einige verkleinerte Tafeln des berühmten Radiolarienwerkes nach Haeckels Originalzeichnungen beigegeben. Das Werk wird auch ohne Empfehlung auf weitestes Interesse zu rechnen haben. H. v. Lengerken.

Anregungen und Antworten.

Zur Frage nach der Entstehung der Strahlensysteme des Mondes. In Nr. 37 dieser Zeitschrift referiert Herr Prof. Riem über einen Versuch Wilsings, die Strahlensysteme des Mondes zu erklären. Wilsing deutet dieselben als „Ströme sehr heißer und leichtflüssiger Lava, welche sich über die damalige stetig gegen das Zentrum des Ausbruchs ansteigende Mondoberfläche verbreiten konnten".

Man kann nicht sagen, daß mit dieser Erklärung irgendetwas gewonnen ist. Sie ist im Gegenteil noch unwahrscheinlicher, als die früheren Erklärungen, die etwa die Strahlen als vom Krater aus in radiärer Richtung verwehte Aschenmassen deuten wollten. Wie denkt sich denn Herr Wilsing die genannte Aufwölbung der Mondoberfläche nach dem jeweiligen Zentrum des Ausbruches hin? Eine solche Aufwölbung könnte sich doch, wenn sie überhaupt stattfand, nur auf die unmittelbar an den Krater anschließenden Partien der Mondoberfläche erstreckt haben. Und nun vergegenwärtige man sich das ungeheure Strahlensystem des Tycho, das von einem keineswegs auffallend riesigen Ringgebirge des Mondes ausgeht, und sich über fast $^2/_3$ der gesamten Mondoberfläche erstreckt! Soll diese ganze ungeheure Fläche durch die Eruption des Tycho kegelförmig aufgewölbt gewesen sein? Jeder der sich nur einen Augenblick mit diesem Gedanken etwas näher befaßt, wird zugeben müssen, daß derselbe im höchsten Grade unwahrscheinlich ist. Er ist außerdem rein hypothetisch und findet auf der Erde, die wir allein zum Vergleich heranziehen können, nirgends auch nur andeutungsweise Belege.

Aber die Unwahrscheinlichkeiten der Wilsingschen Hypothese sind hiermit noch keineswegs erschöpft. Nach seiner Auffassung stellen die Strahlen Lavaströme dar, also in kontinuierlichem Fluß entstandene Bildungen. Derartige, auf flüssigem Wege entstandene Gebilde haben nun bekanntlich stets die Eigentümlichkeit, kontinuierliche Massen oder Streifen zu bilden. Man müßte also auch bei den Strahlen der Strahlensysteme diese Kontinuität feststellen können. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall. Eine große Anzahl der Strahlen setzt sich, wie eine nähere Untersuchung lehrt, aus lauter einzelnen Spritzern zusammen, die zum Teil durch weitere Zwischenräume getrennt sind. Es ist dies geradezu ein Charakteristikum dieser Strahlen. Zum Beweis vergleiche man insbesondere das Strahlensystem des Kopernikus, Tycho und Kepler. Die Struktur der Streifen widerspricht also direkt den Wilsingschen Annahmen.

Was endlich die Wilsingsche Auffassung anbetrifft, die Strahlensysteme seien früher entstanden wie die übrigen Mondformationen — da sonst das rücksichtslose Hinweggehen der Streifen über alle Erhöhungen und Vertiefungen der Mondoberfläche mit seiner Theorie nicht stimmen würde — so wird diese ebenfalls durch die schlichtesten Argumente auf dem Monde selbst widerlegt. Ein Blick bei Vollmond auf das Ringgebirge Archimedes, dessen dunkles Innere von mehreren Strahlen des Strahlensystems des nahe gelegenen Autolycus durchzogen wird, genügt allein um ihre Haltlosigkeit darzutun. Unzweifelhaft überlagern hier die Strahlen den Boden des genannten Kraters, sind also jünger wie dieser. Und derselbe Befund läßt sich am Tycho, dessen Strahlen so unendlich viele Ringgebirge und Krater durchziehen, bei genauerer Beobachtung erbringen. Mit seiner Annahme aber, daß die Krater und Ringgebirge des Mondes sich gebildet haben sollten, ohne die Mondoberfläche am Ort ihrer Entstehung im geringsten zu verändern, außer daß sie bestimmte Bezirke dieser Oberfläche durch gewaltige kreisförmige Gebirgsbildungen gewissermaßen „einzäunten", dürfte Wilsing wohl schwerlich irgendwo Glauben finden. Wie ein Blick durch das Fernrohr lehrt, sind doch diese „Krater" durch ganz gewaltige Umwälzungen der Mondoberfläche entstanden, und daß ihr Inneres von diesen Umwälzungen nicht verschont blieb, beweisen — außer der Tatsache, daß das Innere so gut wie aller Krater und Ringgebirge des Mondes z. T. um Tausende von Metern tiefer liegt als die anschließende Mondoberfläche — die offenbar mit der Entstehung der Ringbildungen im direkten genetischen Zusammenhang stehenden Zentralberge, sowie, von vielen anderen abgesehen, die oft zahlreichen konzentrischen Gebirgsbildungen im Innern der Krater — direkt auf der eingesunkenen Oberfläche — die, häufig weit ab vom Randgebirge gelegen, doch dem Zuge der Umwallung folgen. Es heißt meines Erachtens den Tatsachen Gewalt antun, wenn man hier die Wilsingsche Erklärung gutheißen wollte.

So dürfte auch dieser Versuch, die Strahlensysteme auf vulkanischem Wege zu deuten, als an den Tatsachen gescheitert zu betrachten sein. Durch vulkanische Vorgänge lassen sich eben die Strahlensysteme überhaupt nicht erklären. Einzig und allein die Aufsturztheorie bietet hier, wie ich in meinen Arbeiten über diesen Gegenstand (Sirius 1922, Heft 3 u. 9) dargelegt habe, eine erschöpfende und bis ins einzelste gehende Deutung. Ich glaube in diesen Arbeiten den Nachweis erbracht zu haben, daß sowohl beim Aufsturz fester Massen in Flüssigkeitsansammlungen, als auch bei Zertrümmerung und Zerspritzung fester und flüssiger Körper beim Aufsturz Gebilde entstehen, die den Strahlensystemen des Mondes in allen Stücken, so in dem sehr wichtigen Auftreten gesetzmäßig gelagerter, strahlenfreier Sektoren, in der Zusammensetzung der Strahlen aus einzelnen Spritzern, ihrer am Krater oder in dessen Nähe breit beginnenden und spitz verlaufenden Form, ihren charakteristischen Krümmungen und Überschneidungen, kurz in allem denjenigen Eigenschaften völlig gleichen, welche die Wilsingsche Theorie — ebenso wie alle übrigen vulkanischen Theorien — völlig unerklärt läßt. Gerade die Strahlensysteme, diese Steine des Anstoßes für die vulkanische Theorie, stellen mit das wichtigste Argument dar, das die Aufsturztheorie für sich ins Feld führen kann.

Dr. de Boer.

Aufruf. In Blumenau, Santa Catharina, Brasilien, soll dem Naturforscher Fritz Müller in Gestalt einer Herme ein einfaches, aber würdiges Denkmal gesetzt werden. Die Anregung dazu geht von Herrn José Boiteux aus. Wahrscheinlich sind auch deutsche Naturforscher gern bereit, einen Geldbeitrag zu diesem Vorhaben zu schenken. Ich bin erbötig, Beiträge entgegenzunehmen und nach Blumenau zu übermitteln. Die deutsche Wissenschaft hat Fritz Müller in der von Alfred Möller veranstalteten Gesamtausgabe seiner Werke und seiner Briefe ein würdiges literarisches Denkmal gesetzt, aber der Gedanke, dem verdienten Forscher auch an der Stätte seiner langjährigen Wirksamkeit ein jederzeit sichtbares Erinnerungszeichen aufzurichten, verdient auch von deutschen Naturforschern warm gefördert zu werden.

Bielefeld, Zastrowstr. 29. Dr. W. Breitenbach.

Inhalt: Wilh. R. Eckardt, Die Beziehungen der afrikanischen Tierwelt zur südasiatischen. S. 689. J. Bayer, Die Ausbreitung des Menschengeschlechtes. S. 693. — **Einzelberichte:** K. Goette, Zur Hodenatrophie. S. 697. A. Gregory, Ein neuer Verjüngungsversuch. S. 697. E. Melin, Über die Mykorhizapilze der Nadelhölzer. S. 698. E. Riesenfeld und G. Schwab, Die Reindarstellung des Ozons. S. 698. R. Martin, Körperkultur. S. 699. Sauer, Canz, Schickler, Torfmoore und deren Ausnützung. S. 700. — **Bücherbesprechungen:** O. H. Monnig, Über Leucochloridium macrostomum. S. 702. W. Pfeffer, Osmotische Untersuchungen. S. 702. W. Hagen, Unsere Vögel und ihre Lebensverhältnisse. S. 703. A. Koch und C. Lowartz, Leitfaden für zoologische Bestimmungsübungen zum Gebrauche an Universitäten und höheren Schulen. S. 703. H. Schall, Die Fortpflanzung. S. 703. E. Haeckel, Italienfahrt. S. 703. — **Anregungen und Antworten:** Zur Frage nach der Entstehung der Strahlensysteme des Mondes. S. 704. Aufruf. S. 704.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift.

Neue Folge 21. Band; der ganzen Reihe 37. Band. | Sonntag, den 24. Dezember 1922. | Nummer 52.

Die Naturwissenschaftliche Wochenschrift wird das Jahr 1923 nicht erleben; sie stellt mit der heutigen Nummer ihr Erscheinen ein. Damit verschwindet eine Zeitschrift aus dem deutschen Schrifttum, die sich seit 37 Jahren die Verbreitung naturwissenschaftlicher Bildung hat angelegen sein lassen. Schweren Herzens haben sich Verleger und Herausgeber zu diesem Schritte entschlossen. Er war unvermeidlich. Die ungeheuerlich gestiegenen Herstellungskosten, die Unmöglichkeit, den Bezugspreis auch nur in angenähertem Verhältnis dazu zu erhöhen, legten dem Verlage ein Opfer auf, das er sich im Hinblick auf die ungewisse Zukunft unserer gesamten Wirtschaft nicht entschließen konnte, noch weiter zu bringen. Daß er es so lange dargebracht hat und der Wochenschrift bis zuletzt eine so vorzügliche Ausstattung gab, sei dem Herausgeber in diesem Augenblicke gestattet rühmend und dankend anzuerkennen.

So nehmen wir Abschied von dem Kreise unserer Leser und Mitarbeiter mit dem Ausdruck herzlichen Dankes für ihr Interesse und ihre Hilfe und in der Hoffnung auf eine bessere Zukunft unseres Vaterlandes!

Die Verlagsbuchhandlung
Gustav Fischer.

Der Herausgeber
Dr. Hugo Miehe.

Zur Wünschelrutenfrage.

Von Dr. **Fritz Wiegers.**

[Nachdruck verboten.]

Mit 3 Abbildungen im Text.

Die Wünschelrute ist uralt. Jakob Grimm hat sie schon im Nibelungenlied, im Titurel des Wolfram von Eschenbach und bei Konrad von Würzburg nachgewiesen, aber ihr Gebrauch geht wohl noch über das 11. und 12. Jahrhundert hinaus; denn der Name (wunsciligerta) deutet auf altgermanischen Ursprung; wahrscheinlich ist sie auf die germanischen Götter zurückzuführen. Im Mittelalter diente die Wünschelrute hauptsächlich zum Schatzsuchen oder zum Auffinden von Erzgängen; vorübergehend wurde sie von den Bergleuten „amtlich" gebraucht. In unserem Jahrhundert ist sie seit 1902 zum Auffinden von Wasser, später auch von Erzen, Kohle, Petroleum und Salzlagerstätten angewendet worden.

Der Glaube an die Wünschelrute war wohl stets geteilt; während der eine auf sie schwor, hielt sie der andere für Lug und Trug. Schon Paracelsus (1493—1541) und Georg Agricola, der „Vater des Bergbaus" (1494—1555), lehnten sie ab. Auch heute noch tobt der Streit des „Für und Wider", aber im Gegensatz zu früheren Jahrhunderten bemüht man sich heute um wissenschaftliche Erklärungen des Rutenproblems. In einem kürzlich erschienenen Schriftchen des Grafen Karl von Klinckowstroem[1]) sind die neueren Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt.

Die Bewegung der Wünschelrute geschieht in der Hand des Rutengängers durch eine unwillkürliche und unbewußt bleibende Muskeltätigkeit oder wie der berühmte Schweizer Geologe A. Heim sich 1903 ausdrückte: Die Wünschelrute ist der Fühlhebel einer nervösen Erregung des Körpers. Als Ursachen dieser nervösen Erregung werden von den Rutengängern meist physikalische Einwirkungen gewisser Substanzen, wie Wasser, Kohle, Salz angesehen; während die Gegner der Wünschelrute nur psychische Faktoren oder unbewußte Beobachtung von Bodenmerkmalen, Pflanzenwuchs u. a. gelten lassen wollen. Im ersteren Fall würde der Rutenausschlag als reflektorischer Vorgang, im anderen als sogenannte ideomotorische Bewegung aufzufassen sein (Naturw. Wochenschr. 1918, S. 313).

Die hypothetische physikalische Reizursache der Rutenreaktion ist der umstrittenste Punkt des Problems; von einigen Physikern wurde sie völlig in Abrede gestellt (vgl. Naturw. Wochenschr. 1906, Nr. 48), andere haben sie experimental zu bestimmen versucht. Der Göttinger Physiker Dr. Ambronn stellte fest, daß an gewissen Stellen, wo Erzgänge zutage streichen oder Verwerfungsspalten ausgehen, plötzliche Änderungen der radioaktiven Zustandsgrößen stattfinden und daß die Wünschelrute an genau denselben

[1]) Graf Karl v. Klinckowstroem: Die Wünschelrute als wissenschaftliches Problem. Stuttgart, Verlag von Konrad Wittwer, 1922. 40 Seiten. 3 Abb.

Stellen Ausschläge gäbe, woraus er auf einen Zusammenhang zwischen geologischen Besonderheiten (Störungszonen), Wünschelrutenausschlägen und charakteristischen Schwankungen der radioaktiven Zustandsgrößen schließt. Damit ist allerdings noch nicht bewiesen, daß Rutenausschlag und radioaktive Strahlung tatsächlich im ursächlichen Zusammenhang stehen.

Neuerdings haben die beiden Physiker Haschek-Wien und Herzfeld-München[1]) Versuche über den Einfluß plötzlich wirksam werdender statischer elektrischer und magnetischer Felder auf den Rutengänger angestellt, für die sich als Versuchsobjekt der Chefgeologe der Geologischen Reichsanstalt in Wien Bergrat Dr. Waagen zur Verfügung stellte. Als Ergebnis wurde festgestellt, daß die Annahme einer Strahlung irgendwelcher Art als unmittelbare Ursache des Rutenausschlages nicht berechtigt ist; auch die Einwirkung magnetischer Felder kommt nicht in Betracht, wohl aber diejenige elektrostatischer Felder. Dabei spürt der Rutengänger nicht den Erdstrom an sich, sondern die Deformationen im elektrischen Felde, in dem er sich befindet. Die beiden Physiker betonen, daß sie ihre Untersuchungen nur als einen ersten Versuch einer physikalischen Theorie der Wünschelrute ansehen. Als solcher ist er sicher zu begrüßen, wie jeder ernste Versuch, der zur Klärung der Wünschelrutenfrage unternommen wird. Allerdings stehen die Ergebnisse dieser Versuche, die anscheinend nur im Laboratorium stattgefunden haben, und daher vielleicht nur einen theoretischen Wert haben, in starkem Gegensatz zu den praktischen Untersuchungen, die die Preußische Geologische Landesanstalt[2]) im Dezember 1920 im Gelände mit drei Rutengängern angestellt hat.

Diese Untersuchungen bewegten sich nach einer ganz anderen Richtung als die oben genannten; sie sollten nicht die Ursachen des Rutenausschlages feststellen, sondern nur die praktischen Erfolge. Sie fanden daher in geologisch einfach gebauten Gebieten statt, deren geologischer Aufbau durch die Kartierung genau festgelegt war. Die Versuche sollten bereits im Sommer 1920 stattfinden, sie mußten aber mehrfach hinausgeschoben werden, weil die Rutengänger unerfüllbare Honorarforderungen und der Internationale Verein der Wünschelrutenforscher unerfüllbare Bedingungen stellten. Als endlich der Termin auf den 8. Dezember festgelegt ward, zu dem sich 5 Rutengänger verpflichtet hatten, sagten im letzten Augenblick auch diese fünf ab. Dieser Widerstand der Rutengänger gegen eine objektive Prüfung macht denn doch einen recht eigenartigen Eindruck. Es gelang schließlich noch drei andere Rutengänger zu gewinnen, die vier Tage in der Umgend von Magdeburg und einen Tag in der Provinz Hannover herumgeführt wurden. Von den Ergebnissen dieser gemeinsamen Begehungen seien im folgenden drei geschildert:

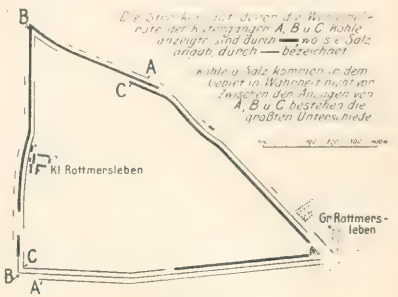


Abb. 1.

1. Auf dem Meßtischblatte Neuhaldensleben liegt zwischen Nordgermersleben und Groß-Rottmersleben das in Abb. 1 wiedergegebene Wegedreieck. Der geologische Untergrund besteht aus Kulmgrauwacken (das sind Gesteine, die unter den produktiven Karbonschichten liegen) und rotliegenden Porphyriten, die beide älter sind als die Zechsteinsalze. Beide Gesteine treten teils frei zutage, teils liegen sie unter einer ganz dünnen Decke von Löß. Es fehlt demnach in dieser Gegend jede Spur von Steinkohle, Braunkohle, Kali- und Steinsalz usw. Den 3 Rutengängern wurde die Aufgabe gestellt: „In dem Wegedreieck Gr.-Rottmersleben—Kl.-Rottmersleben ist die Verbreitung von Kalisalz und Braunkohle festzustellen und abzugrenzen." Folgerichtig hätte keiner der drei Rutengänger auch nur einen einzigen Ausschlag erhalten dürfen, da von den genannten Bodenschätzen nichts vorhanden ist; tatsächlich erzielten aber alle drei recht erhebliche Ausschläge (siehe Abb. 1), und zwar stellte Herr A. hauptsächlich Kalisalz fest, dann aber auch Braunkohle und Petroleum. Herr B. bekam im Westen Ausschläge auf Kohle, im Osten auf Salz und bei Herrn C. war es umgekehrt.

Dieses Ergebnis muß doch jeden vorurteilsfreien Menschen nachdenklich machen. In einer Gegend, in der weder Kohle noch Salz vorhanden ist, wird der Nachweis von beiden von den drei Rutengängern gefordert. Vermutlich durch Einwirkung der Suggestion erhalten darauf alle Drei Ausschläge, aber wiederum bezeichnenderweise decken sich die Ausschlagsstellen nicht, sondern jeder erhält vom anderen abweichende Ergebnisse.

2. Auf dem Blatte Wolmirstedt verläuft die große Ohretalbruchspalte, an der der östliche Teil des Gebietes eingesunken ist, so daß heute die viel jüngeren Trias- und Zechsteinschichten neben den ältereren Kulmschichten liegen. Östlich der Ohre ist daher an vielen Stellen Stein- und Kali-

[1]) „Naturwissenschaften" 1921, Heft 51.

[2]) Zur Wünschelrutenfrage. 1. Die mit Rutengängern im Dezember 1920 angestellten Versuche der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Berlin 1921. 20 Seiten, 5 Textfiguren.

salz erbohrt, während es westlich derselben fehlt, da die Zechsteinschichten längst von den Grauwackenschichten abgetragen sind.

wackenuntergrunde die Wasserbewegung ausgesprochen West-Ost, wie in diesem Sommer zahlreiche und sehr gewissenhafte Untersuchungen

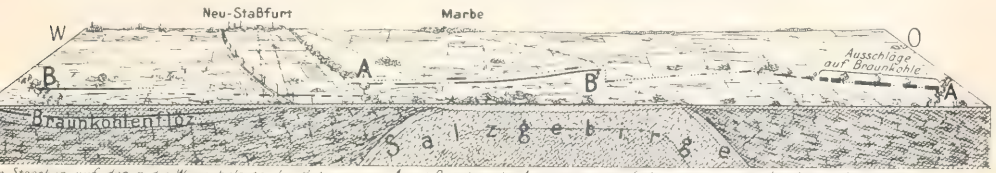
Die Strecken, auf denen die Ausschläge der Rutengänger A B u C zahlreiche Ausschläge auf Salz zeigte, sind durch —— dargestellt.
Sie liegen sämtlich im salzfreien Culmgebiet, über dem Salzgebirge fehlen die Ausschläge ganz. Sie sind zudem bei A, B u C vollkommen verschieden.

Abb. 2.

Die Aufgabe lautete: „Es ist 1. das Vorhandensein von Kalisalzen auf dem Wege von Groß-Ammensleben nach Bleiche—Samswegen; 2. das Auftreten von etwa vorhandenen Verwerfungen und ihre Richtung; 3. etwa sich findendes artesisches Wasser festzustellen.

Nach dem geologischen Bau des Gebietes hätte keiner der drei Rutengänger zwischen Groß-Ammensleben und der Ohre einen Salzausschlag der Rute bekommen dürfen; es erfolgte aber gerade das Gegenteil: solange die drei Rutengänger sich auf der salzfreien Grauwacke bewegten, erhielten sie kräftige Ausschläge auf Salz, besonders Herr B., der auch 16 Ölreaktionen hatte. In etwa 11 von 88 Fällen fielen die Angaben der Herren A. und C. annähernd zusammen. Über dem tatsächlich vorhandenen Salzgebirge aber erhielt keiner der drei Herren einen Ausschlag. Verwerfungsspalten wurden des Kanalbauamtes in Magdeburg ergeben haben. — Die Rutenergebnisse dieses Tages waren also ebenfalls negativ.

3. Auf dem Blatte Staßfurt steigt in der Mitte, in der Linie Marbe, Staßfurt, Rathmannsdorf, das Salzgebirge bis dicht unter die Oberfläche empor, nur noch von einer dünnen Schicht Diluvium bedeckt. Östlich und westlich von diesem Sattel aber sinkt das Salz schnell bis 800 m in die Tiefe, überlagert von den Schichten des Buntsandsteins und Muschelkalkes. Zwischen Neu-Staßfurt und Löderburg erstreckt sich eine Braunkohlenmulde, in deren südlichem Teil ein bis 15 m mächtiges Braunkohlenflöz abgebaut wird. Die Aufgabe lautete: „Vom Punkt 80,7 NO Staßfurt ausgehend ist zu suchen: Steinsalz, Kalisalz, Braunkohle mit Angabe der Tiefe und bei den Kalisalzen mit Angabe der Streichrichtung, bei der Braunkohle auch Angabe der Mächtigkeit des Flözes."



Strecken, auf denen die Wünschelrute den Rutengänger A und B zahlreiche Ausschläge auf Salz zeigte, sind durch —— dargestellt.
Eine Beziehung zum Salzhorst ist nicht erkennbar, zwischen A und B bestehen die größten Unterschiede.

Abb. 3.

auf dem ganzen Wege angegeben, aber die große Abbruchzone der Grauwacke kam dabei nicht zum Ausdruck. Auch Wasser wurde angesagt und zwar mit der Behauptung, es bewege sich im Ohretal von Ost nach West; das trifft zwar zu für das artesische Wasser, das von der Letzlinger Heide herunter kommt und dem Ohretal unterirdisch zufließt. Die artesischen Brunnen gehen aber, von wenigen Ausnahmen in Neuhaldensleben abgesehen, nicht über das Ohretal hinüber, mit anderen Worten, die Ost-West-Bewegung des unterirdischen Wassers hört mit der Ohretalspalte auf. Umgekehrt ist auf dem Grau-

Zur Verfügung standen zwei Rutengänger, A. und B.; letzterer fiel jedoch für den ersten Teil des Versuchs aus, da der Weg an einer Starkstromleitung entlang führte, die ihn — im Gegensatz zu Herrn A. — störend beeinflußte. Herr A. hörte infolge von Ermüdung bzw. Blasenbildung an den Händen früher auf. Die Arbeiten beider Herren sind daher nur für eine kurze Strecke des Weges vergleichbar.

Herr A. erhielt im Anfange auf 450 m Länge dauernd Kohlenausschläge, obwohl dort keine Kohle vorhanden ist, sondern unter etwa 33 m Diluvium sofort der Buntsandstein folgt. Auf der

weiteren Strecke erhielt er, sowohl über dem Salzstocke wie über dem Buntsandstein, Salzausschläge, die durch größere salzfreie Zonen unterbrochen waren. Außerdem gab er eine Reihe von Verwerfungen an, die in den Grubenaufschlüssen keine Bestätigung finden, also falsch sind.

Herr B. bekam über dem Salzstock einen größeren Salzausschlag, ebenso aber auch westlich davon über der Braunkohlenmulde, jedoch keinen Kohlenausschlag, obwohl der Weg an einem Bohrloch vorüberführte, in dem von 38,82 bis 44,65 Braunkohle erbohrt worden war (am südlichen Wetterschacht der Grube).

Die Ergebnisse der beiden Rutengänger stimmen also auch hier nicht mit der Wirklichkeit überein, obwohl der Gegensatz nicht ganz so kraß ist, wie in den ersten beiden Fällen. Es ist daher begreiflich, daß der Ausfall dieser Untersuchungen den Anhängern der Wünschelrute keine Freude macht. Graf Klinckowstroem geht mit wenigen Worten über sie hinweg und möchte sie mit den äußeren ungünstigen Umständen der Dezemberwitterung entschuldigen. Am bezeichnendsten für die Mentalität der eingefleischten Wünschelrutenanhänger ist die Äußerung des Münchener Arztes Dr. A. Aigner, des Vorsitzenden des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage, der nach seinem Vortrag am 6. Februar 1920 vor dem Kollegium der Geologischen Landesanstalt diese zur gemeinsamen Arbeit mit dem Verband aufforderte. Dr. Aigner äußerte sich mir gegenüber im Frühjahr 1921: „Verloren habt Ihr auf alle Fälle; entweder Ihr hättet direkt verloren, so aber bestreiten wir Euch den Erfolg, weil Ihr bei schlechtem Wetter unsere Leute überanstrengt habt." Daraus geht doch zur Genüge hervor, daß die Mitarbeit der Geologen nur gewünscht wurde, weil man sich einen Erfolg von ihnen im Sinne der Wünschelrute versprach. An dem schlechten Wetter sind nicht die Geologen schuld gewesen — beim guten Wetter im Sommer hatten die Rutengänger sich den Versuchen entzogen — und den drei Herren A., B. und C. war das Wetter doch nicht zu schlecht, denn sie haben keine Einwendungen dagegen gemacht, sondern im Gegenteil ausdrücklich gesagt, daß es sie nicht störe. Ich habe bisher auch nie gehört, daß sich die Berufstätigkeit der Rutengänger nach der Jahreszeit richtet.

Wenn dem Verbande zur Aufklärung der Wünschelrutenfrage aber tatsächlich an einer Klärung lag, wie Dr. Aigner 1920 versicherte, dann — so sollte man meinen — hätten nach dem eklatanten Mißerfolge im Dezember 1920 sämtliche in den Tageszeitungen sich regelmäßig anpreisenden Rutengänger es als eine Forderung der Berufsehre ansehen müssen, sich im folgenden Sommer in corpore der Geologischen Landesanstalt zu gemeinsamen Versuchen zur Verfügung zu stellen. Nicht einer ist gekommen. Die Herren wollen anscheinend ernstlich gar keine Aufklärung, weil sie sie fürchten.

Die geschilderten Ergebnisse lassen aber auch hier die oben erwähnten physikalischen Versuche im Laboratorium in anderem Lichte erscheinen. Welchen Zweck können solche Versuche im kleinen haben angesichts derartiger Mißerfolge im großen? Meines Erachtens ist die Basis der Frage hier ein wenig verschoben und es erinnert sehr an die bekannte Streitfrage mittelalterlicher Gelehrter, ob das Gewicht eines toten Fisches von dem eines lebenden verschieden sei. Bände wurden zur Lösung dieser Frage geschrieben, aber niemand kam auf den Gedanken, die Fische nachzuwiegen. Genau so mit der Wünschelrute! Ehe man an die Erforschung ihrer radioaktiven, elektrischen oder magnetischen Ursachen herangeht, muß doch zweifelsfrei festgestellt werden, ob die Rute bzw. ihr Träger irgendwelche Beziehungen zu unterirdischen Stoffen hat. Die Dezemberversuche beweisen das Gegenteil. Ehe also nicht bei neuen gemeinsamen Begehungen unumstößlich nachgewiesen ist, daß die Rute Erze, Kohlen, Salz und Wasser richtig, d. h. in Übereinstimmung mit den geologischen Befunden anzeigt, sind sämtliche Bemühungen zur Klärung einer Frage nutzlos, die unfraglich gar keine Frage ist.

Zuwachs und Alter der oberschwäbischen Hochmoore.

Von **Karl Bertsch** in Ravensburg.

Nachdruck verboten.

Mit 1 Kartenskizze.

Zu den merkwürdigsten Bildungen der süddeutschen Pflanzenwelt gehören die Hochmoore, welche durch die eigenartige Ausbildung von düstern, schwarzen Wäldern zwergiger Bergkiefern (Pinus montana) oft bestimmend auf das Landschaftsbild einwirken, besonders im Gebiet der Jungmoränen des ehemaligen Rheingletschers. Doch heutzutage sinkt ihre Bedeutung rasch. Moor um Moor verfällt der Torfnutzung, und bald wird von der alten Herrlichkeit wenig übrig geblieben sein.

Darum gilt es, ihren eigenartigen Aufbau zu untersuchen, bevor das letzte derselben zerstört ist. Von besonderem Wert scheint es mir zu sein, die Zuwachsverhältnisse genauer festzulegen. Der rundblättrige Sonnentau (Drosera rotundifolia) bietet hierzu ein günstiges Objekt, denn er zeigt einen nach den einzelnen Jahren gegliederten, stockwerkartigen Aufbau seiner Sprosse, der dann besonders deutlich hervortritt, wenn die Pflanze in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren die Blütenstengel ausgebildet hat. Die Pflanzen wer-

den sorgfältig ausgehoben und der Abstand zwischen der Einfügungsstelle des letztjährigen und des heurigen Blütenschaftes gemessen. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, wurde eine größere Anzahl von Messungen ausgeführt und zur Untersuchung nur gleiche ökologische Örtlichkeiten gewählt: voll ausgebildetes Hochmoor mit buschig verkrüppelten Bergkiefernbeständen, in denen die Torfmoose der Cymbifolium-Gruppe, vor allem Sphagnum medium, die vorherrschenden Moosarten bildeten. Im Wurzbacher Ried ergaben sich beispielsweise folgende Zahlen: 3 3,5 3,5 3,5 4 4 4 4 4,5 4,5 4,5 5 5 5,5 5,5 5,5 6 6 6 6 6 6 7 7 7 7,5 8 8 9 9 9 9 9 9 9,5 10 11,5 12 15 15 mm. Die erhaltenen Werte schwanken also innerhalb gewisser Grenzen, je nachdem die Sonnentaupflänzchen auf dem Rücken oder an den Seiten der Bulten oder in den Lücken zwischen denselben gewachsen sind, und ihr Durchschnitt gibt das durchschnittliche Emporwachsen der Mooroberfläche an.

Leider waren viele der besuchten Moore von der Kultur so verändert, daß nichts mehr zu machen war: Tannried bei Waldsee, Dornachried bei Wolpertswende, Burgermoos und Lanquanzermoos bei Kißlegg, Rotmoos und Riedmüllermoos bei Isny, Eisenhammermoos und Gründelmoos bei Eisenharz. Trotzdem gelang es, in einigen Mooren günstige Ergebnisse zu erzielen, die einen Überblick über die Zuwachsverhältnisse ermöglichen: Federseeried (Durchschnitt aus 50 Messungen): 7,0 mm, Wurzacher Ried (Durchschnitt aus 41 Messungen): 7,2 mm, Reichermoos (Durchschnitt aus 11 Messungen): 12,4 mm, Rötmoos bei Wolfegg (Durchschnitt aus 31 Messungen): 14,2 mm, Gründlenried bei Kißlegg (Durchschnitt aus 49 Messungen): 14,7 mm, Hasenmoos bei Eisenharz (Durchschnitt aus 29 Messungen): 18,6 mm.

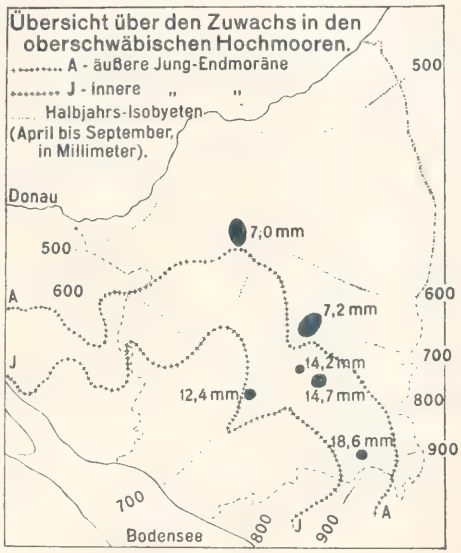
Ein Blick auf das beigefügte Kärtchen zeigt, daß diese Werte gegen das Gebirge zu ansteigen, ganz entsprechend den zunehmenden Niederschlagsmengen.

An Stellen, an denen das Hochmoor in eine nasse Sphagnum-Schlenke und weiterhin in offenes Wasser, Weiher oder See, übergeht, wo also die Torfmoose weniger von den Niederschlägen abhängig sind und wo Arten herrschen, welche auch nährstoffreicheres Wasser nicht scheuen, ist der Zuwachs ein höherer, aber auch ein gleichmäßigerer. Ich fand am Holzmühleweiher bei Immenried 17,6 mm, am Argensee bei Gebrazhofen 22,5 mm, am Metzisweiler Weiher bei Wolfegg 22,8 mm, am Brunnenweiher bei Eintürnen 24,4 mm.

Am Hochmoorrand, der gegen ein trockeneres Flachmoor oder gegen gewöhnliche Sumpfwiesen ausläuft, wird der Zuwachs geringer. Das Gründlenried, das im zentralen Teil mit buschigen Bergkiefern einen Zuwachs von 14,7 mm aufweist, zeigt an seinem Ostrand auf der Außenseite des Bestandes baumartiger Spirken nur noch 13,2 mm.

Diese Zahlen reizten zu dem Versuch, das Alter der Moore zu berechnen. Da infolge der antiseptischen Wirkung der Torfmoose die Fäulnisbakterien ihre zersetzende Wirkung nicht ausüben können, bleibt die gesamte Stoffmenge im Hochmoor erhalten. Darum muß die Bestimmung des Trockengewichts die nötigen Unterlagen zur Berechnung liefern.

Als erstes Beispiel wählen wir das durch seine Pfahlbauten bekannte Federseeried, das eine Hochmoordecke von 2 m über die prähistorischen Bauten geschichtet hat. Wir berechnen das Trockengewicht des Hochmoortorfs über einer Grundfläche von 1 qdm und denken die ganze Torfsäule in Glieder von je 1 cdm zerlegt. Die



Trockengewichtszahlen dieser Glieder bilden eine arithmetische Reihe, deren Anfangsglied rund 12 g, deren Endglied 100 g und deren Gliederzahl 20 beträgt. Das gesamte Trockengewicht der Torfschichte ergibt somit 1120 g. Jährlich wächst nun die Torfmoosdecke um 7,0 mm in die Höhe, das Trockengewicht nimmt um 0,397 g zu, und das Alter der ganzen Torfschichte beträgt 2821 Jahre. Der Untergang des Pfahlbaudorfs muß sich ums Jahr 900 v. Chr. ereignet haben, und unsere Prähistoriker, welche die Siedlung auf 2200—1800 v. Chr. ansetzen, rechnen 900 Jahre zu hoch.

Im Reichermoos wurde die über den Wasserspiegel des ehemaligen Sees hinausgewachsene Torfmasse zu 8 m bestimmt. Wenn wir auch hier für das 1. und 20. Glied dieselben Trockengewichtszahlen einsetzen, erhalten wir für das

80. Glied ein Trockengewicht von 378 g. Das gesamte Trockengewicht beträgt also 15,6 kg. Das Reichermoos wächst aber jährlich um 12,4 mm in die Höhe, sein Trockengewicht nimmt um 0,704 g zu, und zur Bildung des Moores bedurfte es eines Zeitraums von 22159 Jahren.

Im Wurzacher Ried hat der Torf ein wenig nördlich vom Schwindelsee eine Mächtigkeit von 8,3 m. Da unter dieser Stelle der mineralische Untergrund bei 646 m liegt und einerseits bis gegen den Moorrand hinaus stetig ansteigt und andererseits gegen den Abfluß hin stetig fällt, der heutige Abfluß aber an den Hochmoorrand hinausgedrängt worden ist, so daß er die Sphagnum-Fläche in weitem Bogen umfließen muß, bis er den Hochmoorrand endlich bei 647 m verlassen kann, so dürfen wir die bezeichnete Moorschichte ganz dem Hochmoortorf zurechnen. Unter Benutzung der vorigen Zahlen erhalten wir für das 83. Glied den Wert von 392 g, für das ganze Trockengewicht 16,766 kg. An der gleichen Stelle aber wächst das Hochmoor jährlich um 7,2 mm, was einem Trockengewicht von 0,408 g entspricht, und das Alter des Hochmoors berechnet sich auf 41093 Jahre.

Beide Hochmoore sind von den Moränen der Würmeiszeit abgedämmt worden, das Wurzacher Ried von der äußeren, das Reichermoos von der inneren Jung-Endmoräne. Mit der Altersbestimmung der Moore erhalten wir also zugleich das Alter der abdämmenden Moränen. Dieses beträgt für die äußere Jung-Endmoräne rund 40000 Jahre, für die innere rund 20000, Zahlen, die mit den Schätzungen Pencks recht gut übereinstimmen.

In Oberschwaben gibt es indes auch Hochmoore von ganz jugendlichem Alter. So sah ich im Riedmüllermoos einen Aufschluß, der auf einer Länge von rund 300 m bei horizontal verlaufendem Kiesuntergrund nur eine 80 cm dicke Hochmoorschichte zeigte, ohne Ausbildung von Faulschlamm- und Flachmoorbildungen. Nach den Einschlüssen der untersten Schichte war das Hochmoor aus einem Fichtenwald hervorgegangen. Wenn wir den Zuwachs des benachbarten Hasenmooses und die bisher gebrauchten Trockengewichtszahlen in die Berechnung einsetzen, erhalten wir für seine Bildung einen Zeitraum von 213 Jahren. Die Vermoorung des Fichtenwaldes hat sich also im Anfang des 18. Jahrhunderts vollzogen.

Einzelberichte.

Vom Nördlinger Ries.

Eines der interessantesten Probleme der Geologie Europas, ja der ganzen Erde ist die Deutung der verworrenen Lagerungsverhältnisse im Nördlinger Ries und seiner Umgebung. Aber auch die Pflanzenkunde und die Vor- und Frühgeschichte dieses Landstrichs bieten ungewöhnlich viel Eigenartiges, ebenso wie die landschaftlichen und kulturellen Reize über das gewöhnliche Maß hinausgehen. Ist doch z. B. die alte Reichsstadt Nördlingen mit ihren malerischen Straßen, Bauten und wohlerhaltenen mittelalterlichen Befestigungen geradezu ein Schmuckstück echt deutscher Baukunst. Es bleibt das Verdienst des jetzigen 1. Bürgermeisters von Nördlingen, Dr. Otto Mainer sowie der Vereine für Volksbildung in Stuttgart und Nördlingen, dies und vieles andere auf der Rieser Heimatwoche vom 22.—31. Juli 1922 in das rechte Licht gerückt und weiteren Kreisen zugänglich gemacht zu haben. Zahlreiche heimatliche Ansprachen, gemeinverständlich-wissenschaftliche Vorträge und Exkursionsführungen erläuterten die Verhältnisse, und das gesamte Material liegt nunmehr in einem stattlichen Band, dem „Rieser Heimatbuch" vor,[1]) dem wir aus den einzelnen Gebieten der Naturwissenschaft auszugsweise folgendes entnehmen:

Eingeleitet wurden die Vorträge durch den von Walter Kranz über den „geologischen Aufbau und Werdegang des Nördlinger Rieses"[1]) mit anschließender Exkursionsführung in einen Teil des weiten Beckens, das fast kreisrund mit 21 bzw. 24 km Durchmesser in die umgebende Juratafel der schwäbisch-fränkischen Alb eingesenkt ist. Schon in der Umgebung der Wanne erkennt der Geologe zahllose Abweichungen vom gewohnten, nur wenig gestörten Bau der Alblandschaft, auf dem „Vorries" liegen in wechselnder Entfernung bis zu 24 km vom Beckenrand ortsfremde Massen älterer Gesteine des Grundgebirges und namentlich vom Mesozoikum, sehr wahrscheinlich alle aus dem Untergrund des Rieses selbst stammend, sowie als Vertreter echt vulkanischer Gesteine viele Vorkommen von Suevit.[2]) In der weiten Senke sind die Lagerungsverhältnisse dieser gleichen Gesteine womöglich noch verwickelter, jeder neue Aufschluß fast bringt unberechenbare Überraschungen. Und schließlich weisen Kalk-, Schlick- sowie Braunkohlenablagerungen mit Überresten einer Süßwasserfauna und deutlichen Spuren heißer sprudelnder Mineralquellen, daß ein großer See den Rieskessel einst ausfüllte. Die geologische Geschichte des Gebiets läßt sich nun seit der Zeit des Grund-

[1]) Herausgeg. v. d. Gesellsch. f. Volksbildung Nördlingen. C. H. Becksche Verlagsbuchh. O. Beck. München 1922, mit 446 S., 4 Taf., 1 Fundkarte u. zahlreichen Textfig.

[1]) a. a. O. S. 25—68, mit 1 Taf., 9 Textfig. u. 81 Literaturanmerkungen.

[2]) Früher Trachyt oder Liparit genannt, von A. Sauer und seinen Schülern als ein bisher nur dem schwäbisch-fränkischen Riesgebiet eigentümliches Gestein erkannt.

gebirges, des „vindelicischen" Landes, durch das Mesozoikum bis zur katastrophalen Entstehung des Beckens im jüngeren Tertiär ziemlich klar verfolgen, auch die Ergebnisse dieser letzten Revolution der Erdrinde sind in zahlreichen geologischen Profilen erforscht.[1]) Über Ursache und Verlauf der obermiozänen Katastrophe selbst wurden aber seit der Zeit des Altmeisters Mathias Flurl, der 1805 als erster die vulkanische Natur des Rieses erkannte, die verschiedensten Ansichten geäußert.[1]) Während z. B. Deffner (1870) und Koken (bis 1902) hypothetischen „alten Riesgletschern" einen wesentlichen Einfluß auf den Bau der Gegend zuschrieben, während Schafhäutl (1849) nach chemischen und Quenstedt wie C. Regelmann nach tektonischen Ursachen suchten, bestätigten alle anderen Riesgeologen den Vulkanismus als maßgebend bei der Entstehung der Gegend. Aber auch hierin gingen die Anschauungen wieder z. T. stark auseinander. v. Gümbel glaubte Tufferuptionen und wahrscheinlich auch im Mittelpunkte des Beckens einen Tuffvulkan zu erkennen, der nach dem Ausbruch in die Tiefe versank und den Kessel mit seinem See entstehen ließ: „Riesvulkantheorie". Branca und E. Fraas stellten bei Beginn des 20. Jahrhunderts die „Riesbergtheorie" auf, wonach ein Lakkolith zunächst einen gewaltigen „Granitpfropfen" nahezu senkrecht emporgetrieben habe, dessen wirr zerbrochene Schollen unter „Mitwirkung einer großen Kontaktexplosion" durch schnelle Bergstürze und langsames Abgleiten auf das Vorries „überschoben" worden seien; später hätte sich dann das gehobene Gebiet wieder gesenkt und den Rieskessel gebildet, möglicherweise wären auch außerhalb der Wanne kleine Auf pressungen, „Miniaturriese" entstanden, von welchen die weitest entfernten ortsfremden Massen abgerutscht sein sollten. In Anlehnung an E. Sueß erklärte schließlich W. Kranz seit 1908 die Entstehung des Riesgebiets ohne „Vulkan", „Berg" oder Miniaturriese" durch eine gewaltige Wasserdampfexplosion, eine riesige vulkanische „Fladdermine" (Trichtersprengung) im oberen Grundgebirge, übertrug damit Erfahrungen der Sprengtechnik auf den Vulkanismus und stellte 1911 durch Sprengversuch an einem Riesmodell aus Beton, Sand, Lehm und Zement mit errechneter Schwarzpulverladung die Form des Rieskessels, Überschiebungen und Aufstreuungen an seinen Rändern, radiale, konzentrische und andere Spalten experimentell dar.[2])[3]) Zwei von Reuter 1911/12 geologisch angeleitete Tiefbohrungen bei Nördlingen und Öttingen stimmten mit dieser „Sprengtheorie" überein, die Bohrung an der Marienhöhe bei Nördlingen erwies zudem, daß hier ein zusammenhängender „Granitpfropfen" im Sinne der Riesbergtheorie nicht vorhanden ist. Zurzeit lautet das Feldgeschrei: Hie Riesberg- — Hie Sprengtheorie!

Nach der gewaltigen Katastrophe, welche den Kessel und die Trümmermassen schuf, folgten die Suevitexplosionen, sodann Gasaushauchungen, die Füllung des Beckens durch den großen Ries-See und dessen Trockenlegung noch im Obermiozän. Als neue Bildungen entstanden im Diluvium Löß, Lößlehm, Schwarzerde und feiner Quarzsand, z. T. in mächtigen Lagern, unter allmählichem Einschneiden der Flüsse und Bäche in die ehemalige tertiäre Landoberfläche und in das Becken. Vorwiegend lehmige Alluvionen, Sumpf- und Moorbildungen sind die jüngsten Zeugen der Erdgeschichte des Gebiets, dessen Vulkanismus in Erdbeben nachklingt.[1])

Eine Nachwirkung der Vorzeit erkennen wir ferner in der Pflanzenwelt, wie Hermann Frickhinger in seinem Vortrag „Über die Pflanzenkunde des Rieses" trefflich erläutert.[2]) Je nach den geologischen Verhältnissen und den dadurch bedingten verschiedenen Bodenarten läßt sich hier z. B. eine Flora der trockenen Tonkalkheide auf bewaldeten Höhen im Becken und an seinen Rändern erkennen, eine Flora der alluvialen Wiesen und Bachränder, der Jurabuchenwald, durch Erosion der Vorzeit bedingter Mulden-, Schlucht- und Felsenwald, eine Flora des schweren Tonbodens im Westries, des Quarzsandbodens östlich der Wörnitz und im Schwalbtal, sowie Nachzügler der Eiszeit (je eine *Iris*, *Pedicularis*, *Veronica*, *Salix*). Außer diesen Nachwirkungen der verschiedenartigen Ausnützung des Bodens durch die Pflanzen wird diese durch „Das Klima des Rieses" beeinflußt, über welches uns Ernst Frickhinger unterrichtet.[3]) Nach elfjährigen Beobachtungen seit 1910 beträgt der mittlere Barometerstand der 435,6 m ü. M. gelegenen Wetterwarte Nördlingen 723,4 mm, die mittlere Jahrestemperatur 8,3° C, der Niederschlagsdurchschnitt 597,2 mm (ohne Berücksichtigung der trockenen Jahre 1920 und 1921 — 638,2 mm). Am häufigsten ist Westwind, Gewitter teilen sich oft am Riesrand und umgehen den Kessel auf 2 Seiten, nur ein geringer Teil und dann meist schwere Gewitter ziehen durch die Wanne hindurch. Im ganzen ist das Klima gesund unf für Ackerbau sehr günstig.

Ernst Frickhinger hielt ferner einen Vortrag über „Die Vor- und Frühgeschichte des Rieses",[4]) Oscar Paret hatte tags zuvor eine vorgeschichtliche Exkursion auf den württembergischen Rand der Senke geführt.[5]) Danach

[1]) Vgl. Darstellung und Literaturangaben im Rieser Heimatbuch.

[2]) Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. N. F. II, 1, 1912, S. 54—65.

[3]) Vgl. Darstellung und Literaturangaben im Rieser Heimatbuch.

[1]) Vgl. Darstellung und Literaturangaben im Rieser Heimatbuch.

[2]) Rieser Heimatbuch S. 68—84.

[3]) Ebenda S. 85—88. Vgl. auch A. Bechtle, Das Klima des Rieses und seiner Umgebung. Nördlingen 1907.

[4]) Rieser Heimatbuch S. 88—146, mit 1 Taf., 2 Textfig. und 1 Fundkarte.

[5]) „Goldberg und Ipf", a. a. O. S. 140—154.

beginnt die Besiedlungsgeschichte des Gebiets mit dem jüngeren Paläolithikum, dessen sämtliche Stufen in den Ofnethöhlen bei Hohlheim vorhanden sind; weitere Zeugen dieser Zeit wurden im Hohlenstein bei Edernheim und am Kaufertsberg bei Lierheim gefunden. In der Ofnet haben wir den ersten Fall von Rassenmischung: Rund-, Langkopfform und Mischung beider, die Birnform der Schädel der Pfahlbauern, deren Vorfahren wir in den Ofnetleuten erblicken können. Aus den Niederungen der Eger und Wörnitz ist kein vorgeschichtlicher Fund bekannt, während das übrige Ries durch das ganze Neolithikum hindurch stark besiedelt war. Zahlreiche Fundpunkte geben davon Zeugnis, darunter wieder Ofnet, Hohlenstein und Kaufertsberg; auf dem Goldberg fanden sich Befestigungen und in Schwarzerde eine Siedlung aus dieser jüngeren Steinzeit, mit der Keramik der „Tulpenbecher" (Beutelstil) und Gefäßen im Körbchenstiel („Rössener Kultur"), im übrigen finden wir ein Ineinanderfließen der „Band"- und „Schnur-Keramik" (Gefäße mit Bandmustern und mit Eindrücken von Schnüren verziert). Beim Hohlenstein deuten die Fundumstände auf Menschenfresserei hin. Aus der reinen Kupferzeit fand sich im Ries bis jetzt lediglich ein Kupferbeil mit 3 Goldringen bei Wechingen, dagegen sind aus der Bronze- und älteren Eisenzeit wieder zahlreiche Funde bekannt, die u. a. von der Kultur in der Hallstatt-, Latène-, Römer-, Alemannen- und Merovingerperiode zeugen. Während der ersten Eisen-(Hallstatt-)zeit war der Sprudelkalkfelsen des Goldbergs abermals besiedelt und stark befestigt, gleichzeitig trug auch der hohe Ipf eine umwehrte Siedlung (ca. 900—500 v. Chr.). Frickhinger rechnet die Zeit von 2000—1200 v. Chr. zur Bronzeperiode der Riesgegend, ca. 6000—2000 v. Chr. zum Neolithikum, die Ofnetschädel (Mas d'Azilstufe des jüngeren Paläolithikum) etwa 10000 v. Chr.; eine Erstbesiedlung des Rieses müßten wir dann noch etwa 10—20000 Jahre zurückverlegen, was aber um so unsicherer wird, je weiter wir zurückgehen. Die Besiedlung und z. T. hohe Kultur seit der älteren Steinzeit muß ein Vorhandensein von Sumpf und Urwald in größerer Ausdehnung innerhalb des Rieses wohl ausschließen.

Mit eingehenden statistischen Nachweisen erläuterte sodann Friedrich Zahn in seinem Vortrag über „Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Rieses"[1]) den maßgebenden Einfluß des Bodens auf die Volkswirtschaft, die entsprechend der außergewöhnlichen Fruchtbarkeit namentlich der Lehmdecke westlich der Wörnitz im Ackerbau gipfelt. Deutlich hebt sich die etwas geringere Ertragfähigkeit des Quarzsandbodens östlich der Wörnitz und der Kalkränder des Beckens ab, im ganzen ist das Gebiet aber durch seinen fruchtbaren Boden, die nicht allzu reichlichen Niederschläge und die ausgezeichnete Belichtung zum Überschußgebiet, zur „zweiten Kornkammer Bayerns" geworden, besonders begünstigt für Getreidebau und Hackfrüchte, weniger für Wiesenkultur und Obstbau. Von sonstigen Bodenschätzen ist der vulkanische Suevittuff als Baustein und in Form von „Trass" als hydraulischer Mörtelbildner seit langem in Gebrauch, der Trass könnte aber noch in größerem Umfang als bisher ausgewertet werden. Ob die Braunkohlenlager im Riesbecken Förderung der Volkswirtschaft versprechen, ist mehr als fraglich, ebenso wie der neuerdings versuchte Abbau von Eisenerzen. Dagegen sind die natürlichen und kulturellen Reize der Landschaft und die geologischen Eigentümlichkeiten entwicklungsfähige Werte für den Fremdenverkehr; namentlich der Naturwissenschaftler wird hier reichste Anregung finden.

Major a. D. Dr. W. Kranz, Stuttgart.

[1]) a. a. O. S. 205—258, mit 4 graphischen Darstellungen.

Zur Wünschelrutenfrage.

Im trockenen Sommer 1921 hatte ich ausgiebige Gelegenheit, über die Wünschelrutenfrage vom praktischen Standpunkt eingehende Beobachtungen zu machen.[1]) Mehrere württembergische Gemeinden versuchten damals, auf Grund von Rutenansagen Wasser zu erschließen. Da ich in den betreffenden Gebieten nicht nur die geologischen Verhältnisse bei meinen amtlichen Aufnahmen im Maßstab 1:25000 kennen gelernt hatte, sondern auch die Aufschlüsse genau verfolgte, welche die Gemeinden auf den Rat der Rutengänger ausführen ließen, und da ich großenteils auch die Gedanken der Rutenleute nach deren eigenen Aussagen und nach Beobachtungen von Augenzeugen in Erfahrung bringen konnte, dürften meine tatsächlichen Feststellungen die breite Öffentlichkeit interessieren, wenn sie sich auch nicht verallgemeinern lassen.

Ich halte es für zweifellos, daß bei sorgfältiger Ausschaltung suggestiver Momente der ehrlich von seiner Kunst überzeugte und psychisch dazu geeignete Wünschelmann — Damen einbegriffen — irgendwelche Reaktionen empfängt und durch seine Nerven und Muskeln mit seinem Instrument, der Holz- oder Metallrute, einer Art Pendel (?) usw. sichtbar macht.[2]) Aber die vielen falschen Deutungen dieser Reaktionen lassen die einseitige Verwendung des Phänomens, selbst in der Person der besten und erfahrensten Medien, vom praktischen Standpunkt als nahezu wertlos erscheinen. Dazu kommt, daß sich nicht bloß phänomenale, sondern auch recht minderwertige Medien und außerdem Schwindler dieser Kunst befleißigen, so daß oft nur der Psychiater die Spreu

[1]) W. Kranz, Zur Klärung der Wünschelrutenfrage, Zeitschr. f. prakt. Geologie, 29. Jahrg. 1921, Heft 11 und 30. Jahrg. 1922, H. 3 u. 4, 6 Textfig.; Zur Wünschelrutenfrage, Stuttgarter Neues Tageblatt Nr. 381 vom 19. 8. 1922.

[2]) Vgl. F. Scheminsky, Moderne Probleme der Elektrobiologie, Naturw. Wochenschr. 1922, Nr. 40, besonders S. 545.

vom Weizen zu scheiden vermag, und zunächst einmal der Anatom des Untergrundes, der Geologe, über die Möglichkeit ihrer Angaben Auskunft erteilen muß, wenn der Auftraggeber nicht von vornherein viel Geld und Zeit für Erdarbeiten übrig hat. Vorläufig sind wir noch nicht so weit, in den allermeisten Fällen arbeiten mehr oder minder begabte Rutengänger neben Schwindlern allein, und das nutzlos auf den Rat von Rutengängern bei Erdarbeiten, Bohrungen usw. hinausgeworfene Geld beläuft sich in die Hunderttausende. Dem entsprechen meine Erfahrungen 1921. Ich beobachtete 7 Einzelfälle, an denen 5 Gemeinden und eine Wasserversorgungsgruppe, sowie 10 Rutengänger beteiligt waren. Namen werden nicht genannt, um dem an sich schon heftigen Streit der Meinungen die persönliche Spitze zu nehmen, die Beteiligten können aber aus meinen eingehenden und mit Skizzen belegten Darstellungen ihren Einzelfall unschwer erkennen. In fast allen Fällen konnte ich an Hand der Aufgrabungen und in Verbindung mit den amtlichen geologischen Aufnahmeergebnissen entweder gänzliche Unkenntnis oder Verkennung der natürlichen Verhältnisse des Untergrundes feststellen. So muteten die Rutengänger meist Linien und angeblich besonders ergiebige Schnittpunkte solcher Linien, in Erwartung der bei ihnen so beliebten „Wasseradern" an Stellen, wo allenfalls breitere Flächen (Schichten usw.) von Grundwasser in Frage kamen. In 2 Fällen fand sich in den angegebenen Tiefen überhaupt nichts, was auf die gewünschelten Linien oder dergleichen hätte hinweisen können, in anderen sind die Aufgrabungen nicht bis zu den entscheidenden Tiefen vorgedrungen. Einer der Rutengänger, der große Kenntnisse und Erfahrungen auf geologischem Gebiet besitzt, war natürlich von solchen Vorstellungen unbeeinflußt, dafür fiel aber seine Rutenkunst wohl durchweg irrtümlicher geologischer Voraussetzung und Beurteilung der Aufschlüsse zum Opfer, wie der Vergleich seiner Ansagen mit den tatsächlichen Ergebnissen der Aufgrabungen zeigt. Besonders charakteristisch war das Bestreben mehrerer Rutenleute, mit dem Fortschritt der Aufschlüsse die Reaktionen der Rute zu überprüfen und ihre Ansagen zu korrigieren: Wenn die vorausgesagten Tiefen unergiebig blieben, dann sollte einige Meter tiefer ein besseres Ergebnis eintreten, und wenn das ebenfalls ausblieb, dann müßte man noch weiter abteufen oder an nahe benachbarten Stellen neue Aufschlüsse beginnen. Teilweise geschah das, aber die hohen Kosten schreckten schließlich auch die gläubigsten Auftraggeber von weiteren Versuchen ab, so daß die Partie wissenschaftlich remis blieb. Auf Bruchteile genaue Zahlenangaben einzelner Rutengänger über die Ergiebigkeit an Wasser konnten den Laien verblüffen, für den Geologen war ihre Unmöglichkeit meist schon aus der Zahlengröße der Voraussage erkennbar. Autosuggestion hat zweifellos in der Mehrzahl dieser Fälle eine große Rolle gespielt. Wo tatsächlich Wasser unter dem gewünschelten Punkt erschlossen wurde, hätte man es nach den geologischen Verhältnissen in ähnlicher Menge auf breiterer Fläche auch in der Nachbarschaft aufschließen können, so daß es der Wünschelrute nicht bedurft hätte. Meist war das Wasser auch entgegen den Rutenansagen in ungenügender Menge vorhanden oder von unbrauchbarer Beschaffenheit; in einem Falle hätte es genügt, seine Erschließung schädigte aber eine unterhalb gelegene Quellfassung des Auftraggebers selbst und die seitlich oberhalb gelegene Fassung einer Nachbargemeinde durch Wasserentziehung. Im übrigen war der praktische Wert aller dieser Rutenansagen (1921) gleich Null. Insgesamt haben die nutzlosen Grabarbeiten, welche auf diese Rutenausschläge hin ausgeführt wurden, etwa 90000 M. gekostet, eingerechnet ungefähr 2900 M. Gebühren für die Rutengänger. Nach solchen Erfahrungen stehe ich einer praktischen Verwendung der Wünschelrute zur Erschließung von Bodenschätzen irgendwelcher Art mit stärksten Zweifeln gegenüber. Grund für die Versager mag sein, daß das Nervensystem des Menschen, das ja nach allen bisherigen Feststellungen eine ausschlaggebende Rolle beim Wünschelrutenproblem spielt, auf viele äußere Einflüsse reagiert, nicht nur auf solche aus dem Untergrund. Derartige Fehlerquellen stehen aber einem praktischen Wert der Rute zum mindesten im Wege. Doch wird es noch mancher eingehenden Beobachtung und Aufzeichnung von Tatsachen bedürfen, bis die Frage vollkommen geklärt werden kann.

Von ganz anderem Standpunkt aus faßt Graf Carl v. Klinkowstroem die Sache an, wenn er auch in den Berührungspunkten zu fast den gleichen Ergebnissen kommt.[1]) Nach kurzen Angaben über die Rute selbst und ihre Geschichte gibt er eine kleine Auswahl gut verbürgter und kontrollierter Wünschelruten erfolge wieder, die eine klare Beurteilung gestatten und höchstens dem billigen Einwurf des „Zufalls" Raum bieten. Statistiken dagegen, wie sie Rutengänger zuweilen veröffentlichen, oder Anerkennungsschreiben der Auftraggeber erklärt er mit Recht für wissenschaftlich wertlos. Der Rutengänger hat es seiner Ansicht nach den Fachleuten zu überlassen, Schlüsse aus den Reaktionen zu ziehen, er hält die Deutung der Rutenausschläge überhaupt für einen der schwächsten Punkte im Problem. Mißerfolge wird „außer dem etwa geschäftlich interessierten Rutengänger selbst niemand leugnen wollen. Denn der menschliche Organismus ist keine automatisch registrierende Maschine, sondern allen möglichen Störungen und Fehlerquellen, namentlich psychischer Art, zu-

[1]) Graf Carl v. Klinkowstroem, Die Wünschelrute als wissenschaftliches Problem; mit Anhang: Geophysikalische Aufschlußmethoden. Verlag K. Wittwer, Stuttgart 1922. 40 S., 3 Textfig.

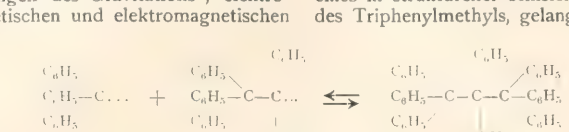
gänglich"; auch die bekanntesten Rutengänger haben Mißerfolge. „Wunsch, Erwartung, Wille sind allein schon imstande, die typische Wünschelrutenreaktion hervorzurufen, und der Suggestion wie der Autosuggestion als Fehlerquellen sind hierbei Tür und Tor geöffnet." Auch bei den neueren Erklärungsversuchen des Problems durch Schwankungen elektrischer Erdströme, Radioaktivität, Änderungen des Gravitations-, elektrostatischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldes, des als Ursache suggestiver Fehlschlüsse besonders wichtigen Reaktionsablaufs im Nervensystem, durch Deformation im elektrischen Feld bedarf es nach v. Klinkowstroem noch weiterer Klärung. Schon die Tatsache, daß es sich bei der Rutengabe „um Eigenschaften handelt, die sonst nur bei Neurotikern beobachtet werden, legt die Frage nahe, ob die Veranlagung des Rutengängers etwa überhaupt als eine mehr oder weniger krankhafte anzusehen ist", oft „gepaart mit hysterischen Einschlägen", wenn sich das auch nicht verallgemeinern läßt. Jedenfalls kann auch über die praktische Verwendbarkeit der Wünschelrute erst langjährige Zusammenarbeit von Geologen mit erfahrenen und zuverlässigen Rutengängern endgültig Klarheit schaffen.

Besonders anzuerkennen ist, daß dieser gründliche Kenner der Wünschelrutenliteratur dann in diesem Zusammenhang auf die „volkswirtschaftlich bedeutsamen geophysikalischen Aufschlußmethoden" hinweist, die in Deutschland ausgebildet wurden und „geeignet erscheinen, mit weit größerer Sicherheit als der Rutengänger die Schürftätigkeit des Geologen und Bergmanns in wirksamster Weise zu unterstützen": Magnetische und Schwerkraftmessungen, elektrische Methoden, Beobachtung elastischer, durch Explosionen erzeugter Wellen und Messung der Verteilung radioaktiver Stoffe und Strahlungen.

Major a. D. Dr. W. Kranz, Stuttgart.

Freies Pentaphenyläthyl, ein Beitrag zur Kenntnis der Natur der chemischen Valenz.

Seit der Entdeckung des Triphenylmethyls durch Gomberg, die zum ersten Male die Existenz dreiwertigen Kohlenstoffs bewies, hat sich die Experimentalchemie mit besonderem Nachdruck der Erforschung sogenannter „Radikale" gewidmet. Liegt es doch im Wesen des Radikals, also eines zunächst rein gedanklich gewonnenen Bruchstücks von größeren Molekülen, daß es in irgendeiner Weise die „Bindung" mit dem Molekülrest erkennen lassen muß. Die Darstellung von Radikalen, die in der Tat wertvolle Beiträge zur Erkenntnis der chemischen „Valenz" geliefert haben, ist seitdem mehrfach gelungen. Wir erinnern an das freie Rhodan[1]) und das Ammonium.[2]) Einen weiteren aufschlußreichen Beitrag zur vorliegenden Frage bringt nunmehr W. Schlenk in Gemeinschaft mit H. Mark,[3]) denen die Darstellung des Pentaphenyläthyls, eines in struktureller Hinsicht nahen Verwandten des Triphenylmethyls, gelang.



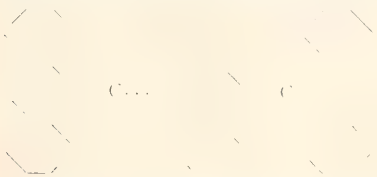
I II III

Die Darstellung des neuen Stoffes geschah analog der des Triphenylmethyls, indem man aus Benzophenonchlorid und Triphenylmethylnatrium das Octaphenylpropan (III) darstellte, das erwartungsgemäß in Pentaphenyläthyl (II) und Triphenylmethyl (I) dissoziierte, ein Reaktionsverlauf, der oben formuliert ist. Das derart entstehende Pentaphenyläthyl stellt in festem Zustande schöne schwach metallisch schimmernde, goldgelbe Kristallschuppen dar, die in Benzol und Äther löslich sind. Die Farbe dieser Lösungen ist ein reines lichtes Rot: die Absorption erstreckt sich, laut Abbildung des Absorptionsspektrums im Original, von 680 bis 545, mit Ausnahme eines ausgeprägten Bandes bei 650. Schüttelt man die Lösungen an der Luft, so entfärben sie sich. Das bedeutet, daß der an sich ja ungesättigte Stoff oxydiert wird. Da ferner die Entfärbung endgültig ist und nicht, wie bei Lösungen von Triphenylmethyl wiederkehrt, so muß der neue Stoff in Lösung völlig monomolekular, also wirklich als reines freies Radikal vorhanden sein. (Beim Triphenylmethyl nimmt man bekanntlich Gleichgewichte in Lösung an. Ref.) Die Molekulargewichtsbestimmung bestätigte diesen Schluß durchaus. Des weiteren addiert der Kohlenwasserstoff äußerst leicht Chlor, wobei sich Pentaphenylchloräthan bildet, aus dem sich mit Silberpulver das Chlor entfernen und das Radikal zurückgewinnen läßt. Endlich wirkt der Stoff auch auf Natriumamalgam ein dergestalt, daß sich Pentaphenyläthylnatrium bildet. Alle diese Umsetzungen sind nur möglich, wenn es sich wirklich um das vermutete Radikal handelt. Selbstverständlich erfordert die Darstellung den sorgfältigsten Ausschluß von Luft, Kohlendioxyd und Wasser. Die bekannte elegante Methodik Schlenks hat hier einen neuen großen Erfolg zu verzeichnen.

Man hat also im Pentaphenyläthyl ein neues

[1]) Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XIX, S. 138. 1920.
[2]) Vgl. Naturw. Wochenschr. N. F. XXI, S. 14 und 54. 1922.
[3]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 55, S. 2285. 1922.

Beispiel dafür, daß chemische Radikale mit „freien Valenzen" unter gewissen Vorsichtsmaßregeln stabil sind. Über die allgemeine Bedeutung dieser Tatsache spricht sich Schlenk etwa wie folgt aus. Man nimmt heute in der Regel an, daß die Verknüpfung zweier Atome durch linear gerichtete Affinitätskräfte bewirkt wird, die, von beiden Atomen ausgehend, einander das Gleichgewicht halten. Dem physikalischen Grundsatz actio = reactio entsprechend nimmt „gefühlsmäßig" wohl die Mehrzahl der Chemiker an, daß hierbei von beiden Liganden je die gleichen Affinitätsbeträge ausgehen. Der Gedanke, daß etwa die starke Affinitätswirkung des einen Atoms eine schwächere des anderen kompensieren könne, ist hiermit offenbar nicht vereinbar. Dennoch zwingt er sich bei der Betrachtung der am Pentaphenyläthyl beobachteten Erscheinungen auf. Während nämlich das Triphenylmethyl (I) in Lösung, wie oben erwähnt, nur zum Teil in monomolekularer Form, also als wirklich isoliert bestehendes Radikal, vorhanden, zum anderen aber zum Duplum, dem Hexaphenyläthan, zusammengetreten ist, befindet sich das Pentaphenyläthyl, wie beschrieben, in Lösung völlig als Radikal, ohne daß Assoziation nachweisbar wäre. Nun kann offenbar der neue Stoff als ein Derivat des Triphenylmethyls aufgefaßt werden derart, daß man sich im Triphenylmethyl einen Phenylrest durch den Tryphenylmethylrest ersetzt denkt:



In beiden Fällen bleibt also im Sinne der herkömmlichen Auffassung, wie sie auch in den Formeln zum Ausdruck kommt, eine Valenz des Kohlenstoffs ungesättigt, „frei". Käme nun in einer solchen der vier Kohlenstoffvalenzen immer der für das C-Atom kennzeichnende gleiche Affinitätsbetrag zur Wirkung, so müßte das Verhalten der beiden Radikale in Lösung gleichartig sein. Statt dessen treten, wie wiederholt sei, die kleineren Radikale des Triphenylmethyls leicht und zu einem ansehnlichen Betrage zum gesättigten Hexaphenyläthan zusammen, die Pentaphenyläthylreste aber bleiben monomolekular nebeneinander bestehen! In dieselbe Richtung weist das ziemlich unbeständige Verhalten des Pentaphenylchloräthans, das sich (s. o.) leicht zu dem neuen Radikal zurückbilden läßt, während andererseits das Triphenylchlormethan eine recht stabile Verbindung darstellt. „Diese Tatsachen zwingen zu dem Schluß, daß bei einer C—C-Bindung die beiden Atome in bezug auf die Beteiligung ihrer bindenden Energie nicht gleichmäßig beansprucht sein müssen."

Nun handelt es sich nach der Auffassung, die insbesondere die heutigen Physiker im Anschluß an Bohr und Rutherford entwickelt haben, sowohl im Falle des neuen Radikals wie seiner konstitutionellen Muttersubstanz um eine freie, ungesättigte Valenz, d. h. um den quantitativ eindeutig bestimmten Betrag der elektrostatischen Ladung eines Elektrons. Die Erfahrung zeigt aber, daß die nach der modernen Theorie zu erwartende Kraftäußerung ganz und gar nicht die gleiche ist. Und so wie in dem hier näher beschriebenen Falle liegen die Verhältnisse in „unzählig" vielen anderen. Schlenk kommt daher zu der sehr bemerkenswerten und aus dem Munde eines so vorsichtigen und erfahrungsreichen Forschers doppelt bedeutungsvollen Folgerung, „daß in dem modernen Bestreben der heutigen Physik, unsere chemischen Bindungen in möglichst einfacher Weise durch altbekannte physikalische Kräfte zu erklären, zunächst eben nur eine Seite des Gegenstandes getroffen ist, während die andere Seite, d. h. alle sonst noch mitspielenden Faktoren, als eben heute quantitativ noch nicht formulierbar zu sehr außer acht gelassen werden."

Der Berichterstatter hat mehrfach ähnlicher Auffassung Ausdruck gegeben[1]) und aus dem Empfinden heraus, dem Schlenk nun sehr entschiedene Worte gibt, die mehr oder minder auf Rechnung aufgebauten Formulierungen der Physiker in einer früheren zusammenfassenden Darstellung[2]) über das Wesen der chemischen Valenz geflissentlich nicht berücksichtigt. Schlenk geht in seiner Ablehnung der einseitig physikalischen Spekulationen sogar soweit, insbesondere die in manchen Kreisen sehr überschätzten Vorstellungen W. Kossels als für den Chemiker „unbefriedigend" zu bezeichnen, weil sie „die zweite Seite der Natur des Impulses zur Bildung einer chemischen Bindung, die chemische Verwandtschaft, zu sehr außer acht lassen." H. Heller.

Notiz über eine dauerhafte Silbervitaminverbindung.

Einen bemerkenswerten Befund gibt in einer vorläufigen Mitteilung A. Seidell bekannt.[3]) Der Verf. schüttelte Bolus während 1 Stunde mit filtrierter Brauhefe, wusch und trocknete den Bolus und fand diesen alsdann beträchtlich aktiv. Der Bolus hatte also das in der Hefe enthaltene „Vitamin" gebunden. Mit gesättigter Bariumhydroxydlösung ließ sich das Vitamin dem Bolus entziehen. Wurde nun das Filtrat schwefelsauer gemacht und durch aufeinanderfolgende Behandlung mit Bleiazetat und Schwefelwasserstoff eine weiße Ausscheidung von Nichtvitaminsubstanz bewirkt, so lieferte das Filtrat hiervon beim Ein-

[1]) Vgl. z. B. Naturw. Wochenschr. N. F. XXI, S. 383. 1922.
[2]) „Die chemische Valenz in heutiger Auffassung" v. Ref., Naturw. Wochenschr. N. F. XVIII, S. 273. 1919.
[3]) United States Public Health Reports 36, S. 665. 1921.

dampfen im Vakuum ein trocknes Produkt, das seine antineuritischen Eigenschaften unbegrenzt behielt. Aus diesem Extrakt von Rohvitamin ließ sich mit Silbernitrat eine in Wasser schwerlösliche Silberverbindung fällen, die nach dem Trocknen noch völlig antineuritisch wirkte! Der Silbergehalt betrug rund 55 %. Aus 300 g aktiviertem Bolus wurden so 0,7 g der hochwertigen Silbervitaminverbindung erhalten.

Sollte sich die (aus Amerika stammende) Nachricht bestätigen lassen, so läge hier die Möglichkeit einer näheren Erforschung der noch ganz rätselhaften „Vitamine" vor. H. Heller.

Pikrocrocin, ein Glukosid des Safrans.

Die unter dem Namen „Safran" wohlbekannten Narben von Crocus sativus sind trotz ihrer schon altbekannten Anwendung chemisch noch nicht erforscht in dem Sinne, daß man aus den natürlichen Sorten dieses Präparates seine charakteristischen Bestandteile rein isoliert hätte. Das ist um so auffallender, als gerade der Safran wie kaum eine andere Droge Verfälschungen ausgesetzt ist. Sowohl dem Pharmakologen wie dem Nahrungsmittelchemiker kommt darum eine Arbeit von E. Winterstein und J. Teleczky[1]) entgegen, die als die erste einer Reihe systematischer Untersuchungen über den Safran die Isolierung wenigstens eines kennzeichnenden Bestandteils jenes Gewürzes beschreibt.

Im Jahre 1884 gewann Kayser durch Ätherextraktion des Safrans eine bei 75° schmelzende Substanz, die er als einheitlich ansah und mit dem Namen Pikrocrocin belegte. In der vorliegenden Arbeit wird die Reindarstellung des Stoffes und ein Hinweis auf seine Konstitution mitgeteilt. Als Ausgangsmaterial diente Safran Aquila, aus dem allein der Stoff bisher kristallinisch erhalten wurde. Die Extraktion mit Äther des vorbereiteten Materials ergab eine sirupöse, teils kristallinische Masse, die nach entsprechender Umlösung einen Brei von etwa 3 mm langen glänzenden Kristallen lieferte. Die Ausbeute hiervon betrug 3,6 %.

Die harten Kristalle des im reinen Zustand fast farblosen Pikrocrocins schmelzen bei 154 bis 155°, sind in Wasser und Alkohol löslich und drehen die Ebene des polarisierten Lichts um — 50,3°. Zu bemerkenswertem Ergebnis führte die Behandlung des Stoffes mit heißen Säuren oder Laugen. Hierbei spaltet sich das Pikrocrocin in einen Zucker (zu etwa 50 %) und in ein äußerst stark nach Safran duftendes hellgelbes Öl. Dieses optisch inaktive Öl reagierte sauer, ließ sich durch Destillation reinigen und als einheitlicher Stoff kennzeichnen. Weitere Einblicke in seine Struktur waren bisher nicht möglich, doch steht fest, daß es sich um ein Keton, wahrscheinlich um ein zyklisches Keton handelt. Da das Öl so stark nach Safran duftet, daß der Duft noch lange anhaftet und dem Beobachter die Tränen in die Augen trieb, so dürfte es sich hier um den eigentlichen Duftstoff des Safrans handeln. Mit dem Safranfarbstoff, dem Crocin, hat er nichts gemein. (Was nahelag, dennoch hervorgehoben zu werden verdient im Hinblick auf einen groben Irrtum Hennings, der in seiner Monographie „Der Geruch" [Leipzig 1916] Duft und Farbe des Safrans dem gleichen Stoff zuschreibt, woraus dann weittragende Folgerungen gezogen werden. H.) H. Heller.

[1]) Helvetica Chimica Acta 5, S. 370. 1922.

Der Gerbstoff der einheimischen Eichen.

In einer früheren Mitteilung hatten K. Freudenberg und H. Walpuski einige Angaben über die Zusammensetzung des Gerbstoffes der Edelkastanie gemacht.[1]) Im Verlauf der Untersuchung stellte sich nun heraus, daß die Blätter der einheimischen Eiche den gleichen Gerbstoff in weit bequemer zugänglicher Form enthalten. Damit ergab sich ein neuer Weg zur Gewinnung und Untersuchung des reinen Gerbstoffes, über den soeben eine kurze Beschreibung erschien, die Freudenberg in Gemeinschaft mit E. Volbrecht veröffentlicht.[2])

Zur Untersuchung gelangten frische Blätter von Quercus pedunculata, nachdem sich gezeigt hatte, daß nur die unverwelkten Blätter ein geeignetes Ausgangsmaterial darstellen. Die Blätter wurden abgekocht und der Extrakt mit Bleiessig gefällt. Der Gerbstoff erscheint alsdann in Form seiner Bleiverbindung, die leicht zu dem freien Gerbstoff zersetzt werden kann. Mittels Essigäther konnte beigemengte freie Ellagsäure entfernt werden. Es hinterblieb der Gerbstoff, begleitet von seinen eigenen Kondensationsprodukten. Diese überwiegen in der Rinde weitaus; deshalb ist die Rinde kein geeignetes Ausgangsmaterial, wie schon Feist gefunden hat. Da der Gerbstoff in keiner Weise in verschiedene Bestandteile zu zerlegen war, so konnte er als rein angesehen werden. Er stellt ein amorphes, rotgelbes Pulver dar, das in Wasser, Alkohol und Azeton leicht löslich ist. Die Analyse ergab einen Gehalt von 50 % Kohlen- und 4 % Wasserstoff. Der Stoff dreht polarisiertes Licht um 35° nach links und stellt eine starke Säure dar. Die Spaltung mit verdünnter Säure lieferte etwa 5 % Glukose, die also im Eichengerbstoff gebunden ist. Verdünnte Alkalien spalten etwa 25 % Ellagsäure, einen ständigen Bestandteil der Gerbstoffe im allgemeinen, ab. Schließlich hinterblieb eine noch immer saure amorphe Masse, der die Entdecker den Namen Quercussäure beilegen. Der Eichengerbstoff ist das Glukosid der Quercussäure, die mit Ellagsäure zu einem sogenannten Depsid verestert ist.

[1]) Ber. d. D. Chem. Gesellsch. 54, S. 1698. 1921.
[2]) Ebenda 55, S. 2420. 1922.

Die Quercussäure ist an sich schon gerbstoffartig, aber optisch inaktiv und bisher in keiner Weise in Spaltstücke zu zerlegen gewesen. Ihr Molekulargewicht beträgt etwa 800, während sich das des Gerbstoffes zu etwa 1100 berechnen ließ.

Der Gerbstoff ließ sich auf noch eine andere Weise isolieren. Unter bestimmten Bedingungen gedeiht auf den Extrakten der Pilz Aspergillus niger. Dieser erzeugt Tannase, die ihrerseits den Abbau des Moleküls auf fermentativem Wege bedingt, wobei, was wichtig ist, die Quercussäure nicht verändert wird. Des weiteren konnte gefunden werden, daß die Fruchtbecher-Gallen von Quercus pudunculata denselben Gerbstoff wie die Blätter enthalten. Demgemäß setzte man diesen ergiebigen Rohstoff der Einwirkung des Pilzes bei beschränktem Luftzutritt aus, was nichts anderes als eine Nachahmung eines technischen Prozesses (Galläpfelfermentation) ist. Man gelangte auf solche Art zu größeren Mengen Quercussäure, so daß deren Strukturerforschung in Angriff genommen werden kann. H. Heller.

Über einige Produkte der unvollständigen Verbrennung.

K. A. Hofmann und E. Will veröffentlichen einige Beiträge zur Kenntnis des Abbaus von Kohlenstoffverbindungen durch die Oxydation mittels Luftsauerstoff.[1]) Zu ihren Versuchen verwendeten sie das an sich bekannte Prinzip der umgekehrten Flamme. Dadurch, daß Luft in einer Dampfsphäre des brennbaren Stoffes brennt, ist ein Unterschuß des zu völliger Verbrennung notwendigen Sauerstoffes vorhanden, so daß der Verbrennungsvorgang zwangläufig unvollständig verläuft. Die Dämpfe des brennbaren Stoffes nebst den Produkten ihrer unvollständigen Verbrennung wurden alsdann durch einen Kühler geführt. Hier kondensierten sich Dämpfe und schwerflüchtige Anteile, und nur die gasförmigen Anteile entwichen. Man leitete sie durch eine Reihe von Absorptionsgefäßen und bestimmte aus den darin nachweisbaren Umsetzungsprodukten Art und Menge der Verbrennungsprodukte.[2])

Das Ergebnis war auffallend: in den meisten Fällen und in der Hauptsache bildet sich bei unvollständiger Verbrennung Azethylen, sodann Blausäure. So wurden aus je 100 g der durch die Luftflamme zersetzten Kohlenstoffverbindung an Azethylen in g erhalten: aus Benzol 5 g, Phenol 4,4 g, Anthracen 1,6 g, Urteer aus Steinkohlen der Zeche Matth. Stinnes 4 g, Chinon 1 g, Hexan 2 g. Die Bildung des Azethylens ist in der Mehrzahl der Fälle wohl thermischer Natur. Deshalb zeigen Benzol, Phenol und Urteer so hohe Ausbeuten. Zum Teil aber liegt sicherlich oxydativer Abbau vor, wie aus der immerhin großen Menge Azethylens aus Hexan hervorgeht.

Über die gebildeten Mengen an Blausäure liegen folgende Zahlen vor: auf je 100 g entstanden aus Anilin 3 g, Carbazol bis zu 1,5 g. Da die Blausäure sehr reaktionsfähig und der Oxydation besonders leicht zugänglich ist, so sind die gefundenen Mengen bemerkenswert groß. Es dürfte sich hier gleichfalls um thermischen und oxydativen Abbau handeln.

Die hier mitgeteilten Befunde sind, wenn sie auch noch nicht abschließend genannt werden können, in mehrfacher Hinsicht wichtig. Theoretisch insofern, als man mit ihrer Hilfe vielleicht den Weg erkennen kann, über den die Verbrennung zu den letzten Endprodukten Wasser, Kohlendi- und monoxyd führt. Dann aber ist bei genauer Kenntnis der Produkte der unvollkommenen Verbrennung eine Verlustrechnung bei Verpuffungsmotoren möglich. Endlich aber geht eines der Hauptaugenmerke der heutigen Feuerungstechnik dahin, minderwertige Kohlen durch unvollständige Verbrennung in Generatoren usw. in höherwertige Gase und Teere überzuführen. Für alle diese Zwecke liefern die vorstehenden Daten erste wertvolle Fingerzeige.

H. Heller.

Rohrzucker in Fingerhutblüten.

Sowohl in den Nektarien tropischer wie einheimischer Pflanzen ist Rohrzucker, zum Teil in wohlausgebildeten Kristallen, nachgewiesen worden. Daß zu solchen Pflanzen auch der Fingerhut zählt, war bisher nicht bekannt. Nunmehr ist der Nachweis hierfür Edm. O. v. Lippmann gelungen.[1]) Während eines ungewöhnlich heißen Sommers wurde im Vorgarten eines Thüringer Wohnhauses beobachtet, daß in den Vormittagsstunden aus den überhängenden Blütenstauden einiger kräftiger Fingerhutpflanzen einzelne Nektartropfen auf die Pflasterung des Gartenweges fielen. Unmittelbar nach dem Auftropfen erstarrten die Tröpfchen zu einer völlig festen Masse. Schon einmaliges Umkristallisieren genügte, um sie als Rohrzucker zu identifizieren. Es waren harte, glänzende süß schmeckende Kristalle vom Schmelzpunkt 162°. Das Drehungsvermögen der Lösung ($c = 9{,}5$) betrug $\alpha_D = +66{,}6$. Die Lösung lieferte eine Fällung von Strontiumbisaccharat und ließ sich zu einer Lösung invertieren, die nach Drehung und Reduktionsvermögen eine solche gemeinen Invertzuckers war. Der Nachweis des Rohrzuckers dürfte damit geliefert sein.

H. Heller.

Rotverschiebung und Michelsonscher Versuch.

In der Julinummer des Observatory berichtete St. John über die neueren Messungen zu den

[1]) Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft 55, S. 3228, 1922.

[2]) Genaue Beschreibung und Illustration der Apparatur im Original.

[1]) Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft 55, S. 3038, 1922.

Nachweisen der Relativitätstheorie, der Rotverschiebung und dem Michelsonschen Versuch. Er weist zunächst darauf hin, daß es ganz unstatthaft ist, sich auf wenige ausgesuchte Linien beschränken zu wollen, so daß die bisherigen Messungen keineswegs als einwandfrei zu betrachten sind. Auf dem Mt. Wilson werden gegenwärtig Messungen an einer großen Anzahl von Linien vom roten bis zum violetten Ende des Spektrums vorgenommen, die verschiedenen Elementen angehören und von verschiedener Intensität sind. Bisher läßt sich als einziger endgültiger Schluß nur aussagen, daß die Unterschiede zwischen den Wellenlängen der Sonnen- und der Laboratoriumslinien nicht auf eine einzige Ursache zurückgeführt werden können. Erst sehr umfangreiche Messungen und Studien über das Verhalten der Linien am Sonnenrand, in der Mitte und der künstlichen Linien werden es ermöglichen, den äußerst verwickelten Komplex verschiedener Ursachen zu entwirren.

Von dem bekannten Experiment von Michelson und Morley wird mitgeteilt, daß es zunächst noch nicht 1 % der berechneten Bewegung der Erde durch den Äther ergab. Die Wiederholung 1905 wurde an der freien Luft angestellt, 200 Fuß über dem Meere; sie zeigte eine Verschiebung der Interferenzfransen größer als die Beobachtungsfehler waren. Die damaligen Ergebnisse wurden aber nicht veröffentlicht, da man störende äußere Einflüsse annahm. Zurzeit werden die Versuche auf dem Mt. Wilson wiederholt, man findet den Betrag von $^1/_{10}$ der relativen Bewegung, aber merkwürdigerweise überlagert von einem Betrage von der doppelten Größe der vorausberechneten Periode. Man nahm an, daß hier vielleicht magnetische Einflüsse von Wirkung sein könnten, und die Versuche wurden mit magnetfreien Instrumenten wiederholt, mit dem gleichen Ergebnis. Bei dieser Lage der Dinge kann zurzeit überhaupt von keinem Ergebnis der Versuche geredet werden. Riem.

Lichterscheinungen.

Eigentümliche Lichterscheinungen wurden in Westdeutschland um den 1. Februar an mehreren Stellen beobachtet. Dazu berichtet der Leiter der La Platasternwarte, Prof. Hartmann, daß diese offenbar auf den gewaltigen Ausbruch eines bis dahin unbekannten Vulkans in Chile, am 13.—19. Dezember 1921 zurückzuführen seien. Noch in 110 km Entfernung vom Vulkan fielen wallnußgroße Brocken nieder, und Staubmassen bedeckten den Boden. Die Wolke kam in La Plata am 17. Dezember an, das sind 1400 km Entfernung, so daß sich eine Geschwindigkeit von 4 Sekundenmetern ergibt. Das würde in der gleichen Richtung verlängert in der Tat Ende Januar in Westdeutschland ergeben. Es wäre dies eine Wiederholung der Erscheinungen nach dem Ausbruch des Krakatau im Jahre 1883, der damals bekanntlich die mehrere Jahre lang sichtbaren leuchtenden Nachtwolken im Gefolge hatte. Riem.

Bücherbesprechungen.

Kayser, Emmanuel, Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. 3. Aufl. Enke-Stuttgart 1922.

Das Kaysersche Lehrbuch und der gekürzte „Abriß" sind viel zu bekannt, um bei Ankündigung einer Neuauflage einer Gesamtcharakterisierung zu bedürfen. Daß auch der Umfang des Abrisses bedrohlich wächst, wurde schon bei der 2. Aufl. betont, ist aber in der Tat kaum vermeidbar. Findet doch wirklich nahezu die Gesamtliteratur von einiger Bedeutung in diesen Werken Kaysers ein Echo. Ein „Nachtrag" referiert sogar gewissenhaft über einige interessantere Neuerscheinungen. Die sorgfältig bessernde und ausgleichende Hand des unermüdlichen Verf. ist überall zu spüren. Edw. Hennig.

Schmidt, C. W., Die Herstellung einfacher mikroskopischer Präparate aus dem Tierreich. „Biologische Arbeit", Heft 12. 55 Seiten 8°, 39 Abbildungen im Text. Freiburg i. Br., Verlag von Theodor Fisher.

Das Büchlein ist mit dem vom Autor bekannten didaktischen Geschick beschrieben und behandelt außer der mikroskopischen Lebenduntersuchung von Tieren das, was auf Anfänger gewöhnlich eine große Anziehungskraft ausübt: die Herstellung mikroskopischer Totalpräparate von ganzen Tieren und von Teilen solcher. Einer allgemeinen Darstellung der mikroskopischen Technik, soweit sie für den vorliegenden Zweck erforderlich ist, folgen Anleitungen, mit den einzelnen Tierklassen zu arbeiten. Wer nach diesem Buch privatim studiert, wird Kenntnisse sammeln, deren Besitz ihn zu tieferem Studium befähigen wird. V. Franz, Jena.

Das Tierreich. Zweite Auflage. III, 1. Reptilien, von Franz Werner. VI, 2. Krebse, Spinnentiere, Tausendfüße, Weichtiere, Moostierchen, Armfüßer, Stachelhäuter und Manteltiere. Sammlung Göschen, 1922.

Daß auch diese beiden Göschenbändchen ebenso wie die unlängst hier angeführten „Fische" in zweiter Auflage vorliegen, ist ein Zeichen, daß nicht wenige Wissensdurstige auch in diesen kleinen Quellen Belehrung und Gelegenheit zum

Nachschlagen suchen. Wer könnte das tadeln; denn dem geringen Kostenpunkt entspricht nicht etwa geringe Qualität, höchstens daß die Abbildungen etwas spärlich und zum Teil von bescheidener Ausführung, gleichwohl teilweise sehr klar erläuternd sind. Der Text ist jedenfalls genau, inhaltreich und gut. In den „Wirbellosen" allerdings kann er wegen der überwältigenden Fülle des Stoffes sich nicht über das in einem guten Lehrbuch Gebotene erheben. Anders bei den „Reptilien", die ein erster Fachmann dieses Gebietes schrieb. Selbst wer den Brehmband des gleichen Autors, Franz Werner, zur Hand hat, findet in dem Göschenbändchen Ergänzungen dazu. V. Franz, Jena.

Müller, F. W., Bau und Entwicklung des menschlichen Körpers. Mit 32 farbigen Tafeln und Textfiguren. 216 Seiten in zwei Bänden. Stuttgart 1914, K. G. Lutz' Verlag.

Die beiden vorliegenden Bände bilden einen Teil eines Werkes mit dem Titel „Der Mensch. Bau, Leben und Hygiene des menschlichen Körpers", das als 31. Band der „Schriften des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde" erscheint. Es ist also ein für den Laien bestimmtes Buch. Demgemäß ist die Form eine durchaus gemeinverständliche, obwohl man sagen kann, daß die ganze Anatomie lückenlos dargestellt ist. Der Verf. ist ein Fachmann der Anatomie. Darum braucht kaum noch gesagt zu werden, daß die Darstellung fehlerfrei ist. Die lateinischen Bezeichnungen sind durchweg vermieden, die Verdeutschung überall gut gelungen. Die Textabbildungen sind instruktiv, die farbigen Tafeln vermögen selbst verwöhnten Ansprüchen gerecht zu werden. So wird das Buch seine Aufgabe sehr gut erfüllen können, den deutschen Lehrern eine sehr gründliche Handhabe für ihr Anatomiestudium zu geben. Aber auch sonst möge es allen empfohlen sein, die sich über den Bau und die Entwicklung ihres Körpers unterrichten wollen.

Huebschmann, Leipzig.

Miehe, Prof. Dr. H., Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen. Mit 79 Abbildungen. Durchgesehener Neudruck. Verlag wissensch. Verleger, Berlin und Leipzig 1921, Sammlung Goeschen.

In leicht faßlichem und flüssigem Stil werden die wichtigsten Tatsachen der Zellen- und Gewebelehre behandelt und durch gute Abbildungen erläutert. Wächter.

Anregungen und Antworten.

W. Peter-Buenos Aires beanstandet in Nr. 39, S. 535 der Naturw. Wochenschr. den von mir in Nr. 24, S. 335 aufgestellten Satz, daß unter den Nachkommen einer Kreuzung zwischen rezessiver Stammform und dominierender Mutante die RR-Kinder (die reinen Stammformen) gegenüber den DR-Kindern (den heterozygoten Mutantenformen) in rapider Weise zunehmen; das Zahlenverhältnis der Nachkommen der Stammform und der Mutante bleibe vielmehr während aller Generationen konstant. Er glaubt meine abweichende Auffassung auf einen Rechenfehler zurückführen zu müssen. Die Differenz beruht jedoch nicht auf einem Rechenfehler, sondern auf einem Mißverständnis. Mein Satz bezieht sich, wie ich übrigens klar ausgesprochen habe, auf die Nachkommenschaft, welche aus einer Kreuzung zwischen Mutante und Stammform hervorgeht, während W. Peter das Zahlenverhältnis von Mutantenformen und Stammformen in der ganzen Population im Auge hat. Beides ist scharf auseinanderzuhalten. Innerhalb der Nachkommenschaft der beiden gekreuzten Formen ändert sich von Generation zu Generation das Zahlenverhältnis von Mutantenformen und Stammformen nach der von mir angegebenen Formel. Die ersteren treten den letzteren gegenüber immer mehr zurück. In der ganzen Population bleibt dagegen das betreffende Zahlenverhältnis unverändert. Zwischen beiden Sätzen findet kein Widerspruch statt. Die Verhältnisse in einem Teilvorkommen können andere sein als in dem ganzen Vorkommen. Das läßt für die in Rede stehenden Verhältnisse gerade das von W. Peter mitgeteilte Schema deutlich erkennen. Aus der von W. Peter S. 199 gebrauchten Wendung, „daß die Nachkommen der Stammform und der Mutante während aller Generationen immer in demselben Zahlenverhältnis zueinander bleiben", schloß ich, daß er von der Nachkommenschaft aus der Kreuzung spreche und die frühere Platesche Auffassung vertrete, nach welcher in dieser Nachkommenschaft jenes Zahlenverhältnis konstant sein sollte. Auch das war ein Mißverständnis.

Die Nachtsheimsche Auffassung (Naturw. Wochenschr. 1921, Nr. 45 und 1922, Nr. 17), daß sich eine dominierende Mutante in dem von ihm angenommenen Falle auch ohne Selektionswert durchsetzen könne, ist, soweit die Mendelschen Gesetze gelten, von beiden Gesichtspunkten aus, mögen wir nun die Verhältnisse innerhalb der Nachkommenschaft aus einer Kreuzung von dominierender Mutante und rezessiver Stammform oder die Verhältnisse innerhalb der ganzen Population in Betracht ziehen, nicht haltbar. Wäre die frühere Platesche Auffassung, daß in der betreffenden Nachkommenschaft aus der Kreuzung die Stammformen und die Mutantenformen immer in gleicher Anzahl vertreten seien und daß sich infolgedessen in der Gesamtpopulation das Zahlenverhältnis allmählich zugunsten der Mutantenformen verschiebe und schließlich eine Verbindung zwischen Mutantenformen anzunehmen sei, richtig gewesen, so hätte man wohl auf eine eventuelle Verdrängung der Stammformen durch die Mutantenformen schließen können. Vermehren sich dagegen in der Nachkommenschaft aus der Kreuzung die Stammformen nach der von mir aufgestellten Formel, so ist hier eine Verdrängung derselben durch die Mutantenformen völlig ausgeschlossen; außerhalb derselben, in dem übrigen Teil der Gesamtpopulation, kann sie aber auch nicht stattfinden, da hier überhaupt keine Mutantenformen auftreten. Dieselbe Unmöglichkeit ergibt sich von dem von W. Peter geltend gemachten Gesichtspunkt aus, daß in der Gesamtpopulation das Zahlenverhältnis von Mutantenformen und Stammformen konstant ist. Denn wenn dann auch, wie es in einem unbesetzten Gebiete der Fall ist, die Population zunimmt, so bleibt doch immer eine Verbindung von Mutantenformen mit Mutantenformen gleich unwahrscheinlich.

Obgleich es wünschenswert ist, daß diese Verhältnisse völlig klargestellt, bzw. durch die erwähnten Mißverständnisse nicht verdunkelt werden, würde ich doch auf deren Erörterung hier nicht zurückgekommen sein, wenn ich nicht zugleich hervorheben möchte, daß die Tatsachen, von welchen Nachtsheim bei seinen Ausführungen ausgeht, in der Tat auf einen Weg hinweisen, auf dem man schließlich doch zu der Überzeugung gelangt, daß ein Sichdurchsetzen einer Mutante auch ohne Selektionswert derselben möglich ist. Nur hat Nachtsheim, wie mir scheint, diesen Weg nicht weit genug verfolgt.

Den Ausführungen Nachtsheims lagen die Beobachtungen Zelenys zugrunde, daß die Rückbildung der Augen bei Drosophila sich schrittweise vollzieht, in dem hier das zurückgebildete „Bandauge" durch eine weitere Mutation in das „Ultra-Bandauge" (eine noch stärkere Rückbildung) übergeht. Zweifellos sollte nach der Auffassung Nachtsheims die Dominanz der Mutante durch eine wiederholte Mutation unterstützt werden. Das muß der nur zum Teil berechtigten Kritik W. Peters in Nr. 39 der Naturw. Wochenschr. entgegengehalten werden. Doch kann die bloße Wiederholung einzelner, an verschiedenen Orten auftretender Mutationen nichts helfen. Sie werden, wie sie einzeln auftreten, auch unfehlbar einzeln eliminiert. Selbst die Verkoppelung der Augenlosigkeit einer im dunklen Höhlenraum sich einstellenden Mutante mit einer Eigenschaft von Selektionswert, etwa einer erhöhten Leistungsfähigkeit der Antennen, kann an diesem negativen Resultat im wesentlichen nichts ändern. Ein Organisationsvorteil schützt immer nur bestimmten Gefahrenkomplexen gegenüber; in den anderen kämpft die Mutante mit den Nichtmutanten auf gleichem Fuße. Darum unterliegt sie der Wahrscheinlichkeit nach, weil sie hier als einzelnes Individuum einer Überzahl von Nichtmutanten ohne den besonderen Schutz gegenübersteht. Die Hauptgefahren, welche sie bei der Entwicklung zu bestehen hat, liegen dabei gerade auf dem ersten Stück des Weges, wo die Organisationsvorteile des erwachsenen Tieres, wie die Leistungsfähigkeit der Antennen, noch keine Rolle spielen, da sie noch nicht ausgebildet sind.

Eine andere Gestalt gewinnen die Dinge, wenn man die Nachtsheimschen Gedanken mit der de Vriesschen Mutationslehre verbindet. Nach de Vries treten in der Mutationsperiode einer Art in derselben Aussaat mehr oder weniger zahlreiche gleiche Mutanten auf. So betrug bei der Oenothera Lamarckiana der Mutationskoeffizient der Mutante Oenothera gigas 0,01 %, der Mutante rubrinervis 0,1 %, der Mutante Oenothera oblonga 1 %. Doch kann nach de Vries der Mutationskoeffizient noch viel höher steigen. Bei Plantago lanceolata ramosa soll er 50 %, bei der Whiteschen Tomate sogar 100 % erreichen. Dazu kommt, daß in der Mutationsperiode für die Kreuzung von Mutante und Mutterart die Mendelschen Gesetze nicht gelten. Die Nachkommen sind hier schon in der ersten Generation (F_1) dimorph; sie treten einseitig in der Form der Mutterart und der Mutante auf. Das Zahlenverhältnis, in welchem beide erscheinen (die „Erbzahl") ist bei Oenothera Lamarckiana verschieden je nach der gekreuzten Mutante. Bei der Mutante Oenothera rubrinervis betrug die „Erbzahl" 74 %, bei der Mutante Oenothera gigas 100 %.

Ähnlich verhält es sich auch bei Drosophila, da bei einer Kreuzung der bandäugigen Mutante mit der normaläugigen Mutterart ebenfalls die erste Generation (F_1) dimorph ist und in ihr die normaläugigen und bandäugigen Formen zugleich auftreten. Diese Verhältnisse hat Nachtsheim jedenfalls im Auge, wenn er davon spricht, daß ein Mutant mit Selektionswert sich erhalten und ausbreiten könne „auch wenn er nicht über die Stammform dominant wäre". Bei Geltung der Mendelschen Gesetze würde das absolut unmöglich sein, da bei einer Rückkreuzung der rezessiven Mutante mit der dominanten Mutterart nach Mendel nur DD- und DR-Formen erscheinen, die Mutante im Phänotyp daher dauernd verschwunden bleibt.

Aber auch die größte „Erbzahl" kann allein die Erhaltung und Ausbreitung einer Mutante mit Selektionswert nicht sichern. Denn in den Gefahrenzonen, in welchen ihr Organisationsvorteil nicht in Betracht kommt, würde sie immer noch gegenüber den Nichtmutanten in der Minderzahl sein. Anders ist es jedoch, wenn sich die hohe Erbzahl einer Mutante mit einem hohen Mutationskoeffizienten derselben verbindet. Dann wird die Mutante, mag sie einen Selektionswert haben oder indifferent sein, die Stammform gleichsam verschlingen. Sie muß dieselbe, wenn sie nur überhaupt erhaltungsfähig ist, in kürzester Zeit verdrängen.

Damit stimmen nun, wie ich in einem im Biologischen Zentralblatt veröffentlichten Artikel: Wie können sich Mutanten bei freier Kreuzung durchsetzen? seiner Zeit gezeigt habe (Bd. XXX, Nr. 18), eigentümliche Erscheinungen in der geologischen Aufeinanderfolge der Typen in bemerkenswerter Weise überein. So treten bei den Goniatiten plötzlich ganz neue Gattungen in der Basis des Oberdevons und ebenso wieder in der oberen Etage desselben auf. Nur eine einzige Gattung Brancoceras steigt ferner unverändert aus dem Oberdevon in das Karbon auf. Sonst findet man im Karbon gleichzeitig überall ganz neue Genera. Derselben Erscheinung des plötzlichen Wechsels der Gattungen begegnen wie bei den Ammoniten der Trias (Moisisowics). Am meisten fällt sie jedoch im unteren Jura auf. Es stellen sich hier an der Basis plötzlich Ammoniten aus der Gattung Psiloceras ein. Diese verschwinden aber schon in der nächsten Zone vollständig. Die Gattung Schlotheimia (A. angulatus) gelangt zur Alleinherrschaft, um in der weiter nach oben folgenden Zone ebenso schnell und vollständig von den eigentümlichen Arietiten verdrängt zu werden. Der Wechsel ist dabei so durchgreifend, daß nie eine dieser Formen aus einer Zone in die andere aufsteigt und erfolgt, was das Seltsamste ist, in allen uns bekannt gewordenen Gegenden in gleicher Weise. Es setzen z. B. die Zonen mit Psiloceras, Schlotheimia und den Arietiten gleich scharf ab im Jura Deutschlands, Frankreichs und Englands, auf Timor und Rotti in Hinterindien, in Japan, Mexiko, Peru, Chile, Argentinien — kurz überall, wo wir überhaupt den unteren Lias antreffen. Wir können die Erscheinung daher, soweit die Beobachtung reicht, nicht auf Einwanderung zurückführen. In unserer Auffassung der Entwicklung würde sie eine Erklärung finden. Die Entstehung komplizierter adaptiver Einrichtungen wäre dann freilich, da der Einfluß der natürlichen Zuchtwahl ausgeschaltet sein würde, nur bei bestimmt gerichteten Mutationen denkbar. So viele bestimmt gerichtete Varietäten wir kennen, fehlt es uns zwar, wie auch Nachtsheim hervorhebt, in der Gegenwart an bestimmt gerichteten Mutationen. Wir haben nur Andeutungen von solchen. H. de Vries schließt aus dem Namen von Scabiosa atropurpurea nana purpurea, daß hier die Farbennuanzierung in zwei aufeinanderfolgenden Schritten erfolgt ist. Das ist aber nur eine Vermutung. Eine erste bestimmt gerichtete Mutation haben wir jedoch in dem Übergang der bandäugigen Mutante von Drosophila zur ultrabandäugigen. Sie läßt sich noch mechanisch auffassen. Es handelt sich bei ihr um den Abbau eines adaptiven Organs. Er kann erfolgen, indem die Hemmung des Ablaufes eines chemischen Prozesses immer mehr in Wegfall kommt. Ganz anderer Art müßten jedenfalls die bestimmt gerichteten Mutationen bei dem Aufbau eines komplizierten adaptiven Organs sein. Doch kann darauf hier nicht näher eingegangen werden.

Kranichfeld.

Inhalt: Fr. Wiegers, Zur Wünschelrutenfrage. (3 Abb.) S. 705. K. Bertsch, Zuwachs und Alter der oberschwäbischen Hochmoore. (1 Abb.) S. 708. — **Einzelberichte:** W. Kranz, Vom Nördlinger Ries. S. 710. W. Kranz, Zur Wünschelrutenfrage. S. 712. W. Schlenk und H. Mark, Freies Pentaphenyläthyl, ein Beitrag zur Kenntnis der Natur der chemischen Valenz. S. 714. A. Seidell, Notiz über eine dauerhafte Silbervitaminverbindung. S. 715. E. Winterstein und J. Teleczky, Pikrocrocin, ein Glukosid des Safrans. S. 716. K. Freudenberg und E. Volbrecht, Der Gerbstoff der einheimischen Eichen. S. 716. K. A. Hofmann und E. Will, Über einige Produkte der unvollständigen Verbrennung. S. 717. Edm. O. v. Lippmann, Rohrzucker in Fingerhutblüten. S. 717. St. John, Rotverschiebung und Michelsonscher Versuch. S. 717. Hartmann, Lichterscheinungen. S. 718. — **Bücherbesprechungen:** E. Kayser, Abriß der allgemeinen und stratigraphischen Geologie. S. 718. C. W. Schmidt, Die Herstellung einfacher mikroskopischer Präparate aus dem Tierreich. S. 718. Fr. Werner, Das Tierreich. S. 718. F. W. Müller, Bau und Entwicklung des menschlichen Körpers. S. 719. H. Miehe, Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen. S. 719. — **Anregungen und Antworten:** Zahlenverhältnis der Nachkommen der Stammform und der Mutante. S. 719.

Manuskripte und Zuschriften werden an Prof. Dr. H. Miehe, Berlin N 4, Invalidenstraße 42, erbeten.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.
Druck der G. Pätz'schen Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

MBL/WHOI LIBRARY
WH 18NM H